# HANDBUCH

der

# PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN

für Vorlesungen.

Von

Dr. Johannes Müller,

ordentl. öffentl. Professor der Anatomie und Physiologie an der Königl. Friedrich Wilhelms-Universität und an der Königl. medicin.-chirurg. Militär-Academie in Berlin, Director des Königl. anatom. Museums und anatom. Theaters; Ritter des Rothen Adlerordens 4. Classe; Mitglied der Königl. Academieen der Wissenschaften zu Berlin und zu Stockholm, Correspondent der Kaiserl. Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg, der Königl. Academie der Wissenschaften zu Turin, Mitglied der Königl. Soc. d. Wissensch. zu Göttingen und Upsala.

---

*Ersten Bandes zweite Abtheilung.*

Dritte verbesserte Auflage.

Mit Königlich Würtembergischen Privilegien

Coblenz,

Verlag von J. Hölscher.

1838.

# HANDBUCH

der

# PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN

für Vorlesungen.

Von

Dr. Johannes Müller,

ordentl. öffentl. Professor der Anatomie und Physiologie an der Königl. Friedrich Wilhelms-Universität und an der Königl. medicin.-chirurg. Militär-Academie in Berlin, Director des Königl. anatom. Museums und anatom. Theaters; Ritter des Rothen Adlerordens 4. Classe; Mitglied der Königl. Academieen der Wissenschaften zu Berlin und zu Stockholm, Correspondent der Kaiserl. Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg, der Königl. Academie der Wissenschaften zu Turin, Mitglied der Königl. Soc. d. Wissensch. zu Göttingen und Upsala.

---

*Erster Band.*

Dritte verbesserte Auflage.

---

Mit Königlich Würtembergischen Privilegien.

---

Coblenz,

Verlag von J. Hölscher.

1838.

# Inhalt.

## Der speciellen Physiologie Drittes Buch.

### Physik der Nerven.

## *III. Abschnitt.* Von der Absonderung.

### *I. Capitel.* Von den Absonderungen im Allgemeinen.

Während das Blut aus den feinsten Zweigen der Arterien durch die Capillargefässnetze in die Anfänge der Venen übergeht, dringen die flüssigen, d. h. aufgelösten Theile des Bluts nach den pag. 242 dargestellten Gesetzen durch Tränkung zum Theil in das Gewebe der Organe ein. Diese erleiden durch die Einwirkung des Gewebes eine chemische Veränderung: gewisse Bestandtheile werden angezogen, andere werden von den Organtheilen selbst an das Blut abgegeben. Man kann diese Veränderungen der aus dem Kreislaufe des Blutes abgehenden Theile desselben im Allgemeinen Metamorphose nennen. Die Metamorphose der Substanz auf diesem Wege ist aber überhaupt eine dreifache: 1. Verwandlung von Bestandtheilen des Bluts in die organisirte Substanz verschiedener Organe — *Intussusceptio*, Ernährung. Diese ist im vorhergehenden Abschnitt pag. 350 abgehandelt. 2. Verwandlung von Bestandtheilen des Bluts auf der flächenhaften Grenze eines Organes in feste, nicht organisirte Substanz, wodurch die nicht organisirten Theile wachsen — *Appositio*. Davon ist pag. 378 gehandelt. 3. Verwandlung von Bestandtheilen des Blutes auf der flächenhaften Grenze eines Organes in eine auszuscheidende flüssige Materie — *Secretio*, Absonderung. Diese ist der Gegenstand der gegenwärtigen Untersuchung. Materien, welche durch diesen chemischen Process zwischen dem Blute und einem absondernden Apparat ausgeschieden werden, sind theils: 1. Bestandtheile, welche als solche bereits in dem Blute vorhanden waren und bloss aus demselben entfernt werden, wie die Ausscheidung des Harnstoffs durch die Nieren, die Ausscheidung der Milchsäure und milchsauren Salze durch den Urin und durch den Schweiss — *Excretio, Excreta*. Bei dem Menschen sind die in der Thierwelt allgemeinsten *Excreta*, Harn und Schweiss, sauer; indessen ist es nicht constant, dass die Excretionsstoffe sämmtlich sauer reagiren, wie Berzelius einst die Absonderungen ordnete: denn der Harn einiger pflanzenfressenden Thiere reagirt alkalisch und die eigenthümlichen *Excreta* mehrerer Thiere sind zuweilen alkalisch, wie ich z. B. den scharfen Excretionsstoff der Haut der Kröten gefunden habe. 2. Absonderungen von Materien, welche nicht unmittelbar aus dem Blut abgeschieden werden können, indem sie darin nicht vorhanden sind; die vielmehr aus näheren Bestandtheilen des Bluts erst durch einen chemischen Prozess erzeugt werden, wie die Galle, der

Samen, die Milch, der Schleim u. s. w. *Secretio.* Die *Secreta* dieser Art sind zum Theil auch wieder bloss Ausscheidungen, welche weiter keinen Zweck in der thierischen Oekonomie mehr erfüllen, sondern höchstens zum Schaden für andere thierische Wesen und zur Vertheidigung derjenigen, welche sie bilden, dienen oder durch Verbreitung eigenthümlicher Gerüche andere thierische Wesen anziehen oder abstossen u. s. w., und dadurch in weiteren Kreisen in den Plan der thierischen Oekonomie der Natur eingreifen. Dergleichen Excretionsstoffe werden an fast allen Theilen der Körperoberfläche in der Thierwelt abgesondert. Es gehören z. B. hierher die scharfen Absonderungen vieler Käfer, der Wespen, der Bienen, des Scorpions, die Spinnmaterie der Spinnen, Insekten, Muscheln, der Tintenbeutel der Cephalopoden, die Submaxillar-Moschusdrüse des Crocodils, die Folliculi lacrymales der Wiederkäuer, die Gesichtsdrüsen der Fledermäuse, die Schläfendrüse des Elephanten, die mit unzähligen Oeffnungen (und nicht mit einer Längenspalte, wie Geoffr. St. Hilaire angab) sich öffnenden Drüsen im Hypochondrium der Spitzmäuse, die Rückendrüse des Tajassu, die Oeldrüsen über dem Steiss der Vögel, die Moschusdrüse am Schwanz des Sorex moschatus, die Afterdrüsen der Fischotter, des Maulwurfs, des Bibers, der Hyäne, des Zibetthiers u. s. w., die Vorhautdrüsensäcke der Hamster und Ratten, des Bibers, worin das Bibergeil enthalten, die Folliculi inguinales der Hasen, der Moschusbeutel des Moschusthiers unter der Haut des Unterleibs, über dem *Penis* gelegen und vor der Vorhaut sich öffnend; die Schenkeldrüsen mehrerer Eidechsen, die Giftschenkeldrüse des Schnabelthiers, die Klauendrüse mehrerer Wiederkäuer. Siehe das Nähere in J. Mueller *de glandularum secernentium structura penitiori. Lipsiae* 1830. Diese Excretionsstoffe können Wirkungen ausser dem Thiere hervorbringen, aber auch für die thierische Oekonomie desjenigen Organismus, welcher sie ausscheidet, in sofern wichtig werden, als die Bildung dieser Stoffe auf Kosten gewisser näherer Bestandtheile des Bluts geschehen muss, das Blut also durch die beständige Ausscheidung gewisser, zu dieser Zusammensetzung nöthiger Elemente selbst chemisch verändert wird. Die Unterdrückung dieser Absonderungen würde zum Theil vielleicht eben so nachtheilig wirken, wie die Unterdrückung gewisser krankhafter Ausscheidungen bei dem Menschen, welche gleichsam als Apparate für die Erhaltung der gesunden Mischung des Blutes zu betrachten sind. Wenn sich eine organische Verbindung ausser dem thierischen Körper in eine andere umwandelt, so werden gewisse Bestandtheile, die zu dieser zweiten Verbindung überflüssig sind, ausgeschieden, wie bei der Umwandlung des Zuckers in Weingeist Kohlensäure entweichen muss. Unter demselben Gesichtspunkt kann man nicht bloss die Ausscheidung des Schweisses und Harnes, sondern auch die der eigenthümlichen Excretionsstoffe mancher Thiere betrachten. Die Bildung und Ausscheidung des Harnstoffes ist für die Erzeugung einer edlern organischen Verbindung dasselbe, was die Ausscheidung der Kohlensäure bei Bildung des Weingeistes aus Zucker. Wendet man diess auf die Ausscheidung krank-

hafter Stoffe an, so muss man wohl zweierlei krankhafte Absonderungen unterscheiden: bei der einen Art ist ein krankhaftes Secretionsprodukt dermalen zur Erhaltung der gesunden Mischung des Bluts nöthig und so lange der Mischungsprocess des Blutes überhaupt nicht günstig verändert worden, lässt sich eine solche krankhafte Secretion ohne Schaden nicht aufheben. Ganz anders ist es mit den krankhaften Secretionen, welche bloss örtliche Bedingungen haben. Nach der Amputation, die bei einer grossen, aber nicht dyskrasischen Eiterung angestellt wird, ist es daher aus physiologischen Gründen nicht zu rechtfertigen, wenn die Chirurgie zuweilen aus Missverständniss der physiologischen Vorgänge vicarirende Absonderungen einrichten will und die Heilung per primam intentionem fürchtet.

Andere Secrete der zweiten Art erfüllen in der thierischen Oekonomie des Organismus noch weitere Zwecke, wie die Milch, die Galle, der Samen, der Schleim. Die wahren Secreta sind häufig alkalischer Natur, aber keineswegs immer und oft verändert sich ein und dasselbe Secretum unter leichten Bedingungen aus der alkalischen in die saure, und aus der sauren in die alkalische Beschaffenheit, wie der Speichel und pankreatische Saft. Eine vollständige Zusammenstellung über die sauere oder alkalische Reaction der thierischen Flüssigkeiten hat Schultze in seiner vergleichenden Anatomie gegeben. Die Bildung solcher eigenthümlichen Secreta, die im Blut schon enthalten sind, setzt einen specifisch wirksamen chemischen Apparat, sey es eine Haut oder eine Drüse, voraus. Mit der Zerstörung dieses Apparats hört jene Absonderung für immer auf, wie die des Samens nach Entfernung des Hodens, der Milch nach Entfernung der Brustdrüse, und es ist nicht richtig, was Haller einst behauptete (*Elem. Physiol. II.* 369), dass fast alle Secreta von jedem Secretionsorgane krankhafter Weise abgesondert werden könnten. Man muss nämlich hiermit nicht die ganz verschiedenen Fälle verwechseln, wo das natürliche Organ abzusondern fortfährt, aber der Ausfluss des Secrets durch die natürlichen Wege gehemmt, dasselbe durch Resorption ins Blut aufgenommen wird, und von diesem aus in anderen Wegen schlechthin exsudirt. Nur die Excretionsstoffe der ersten Art können sich nach Zerstörung ihres Ausscheideorgans aus den Wegen des Kreislaufs allenthalben durch Exsudation absetzen, weil sie, wie z. B. der Harnstoff, im Blute selbst schon enthalten sind. Siehe oben pag. 159.

Die chemischen Apparate der thierischen Secretionen sind theils Zellen, wie die Fettzellen, theils ebene Häute, wie die Synovialhäute und serösen Membranen, theils Organe von eigenthümlicher, zusammengesetzter Structur — Drüsen.

1) *Absondernde Zellen.* Hierher gehören die Zellen des Eierstocks (*Vesiculae Graafianae*) mit einer eiweissstoffhaltigen Flüssigkeit gefüllt, in welchen sich das viel kleinere Ovulum bildet; ferner die Zellen des Hodens einiger Fische, wie des Aals, der Pricke und einiger anderer, bei welchen nämlich der Hoden keine Samenkanälchen und keinen Ausgang besitzt, wie Rathke zuerst beobachtet, und der Same durch Zerplatzen der Zellen in die

Bauchhöhle gelangt, von wo er durch eine einfache Oeffnung ausgeführt wird. Am ausgebreitetsten ist die Absonderung durch Zellen in dem Fettzellgewebe. Hier ist der Ort, einige Bemerkungen über Zellgewebe überhaupt mitzutheilen.

Das Zellgewebe, welches durch seine Eigenschaft, andere Gewebe mit einander zu vereinigen, auch Bindegewebe genannt werden könnte, ist in der neuern Zeit einer der räthselhaftesten Körper geworden, indem man nämlich nach Bordeu, Wolff und Meckel angefangen hat, dessen Structur zu läugnen und als einen zwischen die Organtheile gelegten Schleim zu betrachten, dessen häutige und zellige Beschaffenheit erst durch Einfluss von Luft oder durch ein Auseinanderziehen desselben oder durch infiltrirte Flüssigkeit entstehe. Diese Vorstellungen sind durch die weichere Beschaffenheit dieses Stoffs bei dem Embryo bestärkt worden. Man ist selbst zu der ganz fabelhaften Vorstellung gekommen, dass sich beim Embryo alle Organe aus Zellgewebe erzeugen, da doch der Keimstoff eines Organes, den wir *Blastema* genannt haben, etwas viel edleres, mit productiven Kräften begabtes und vom Zellgewebe ganz verschiedenes ist. Die Beschaffenheit dieses Keimstoffes lässt sich ganz besonders deutlich bei der Entstehung der Drüsen erkennen: er ist bei den Drüsen eine gelatinöse, halbdurchsichtige Materie, in welcher die Verzweigung der Drüsenkanälchen baumartig entsteht und durch Aestetreiben fortschreitet, so dass dieser Stoff eine Art Atmosphäre um die Drüsenkanälchen bildet, welche anfangs sehr ausgebreitet ist, und im Maasse mit dem Wachsen des Drüsensystems gleichsam von ihm absorbirt wird. Bei den gelappten Drüsen, der Thränen- und den Speicheldrüsen ist dieser Keimstoff in der Folge auch lappig. Siehe J. Mueller *de glandularum structura penitiori. Tab. VI. Fig.* 11. 12. *Tab. V. Fig.* 8.

Die unrichtige Vorstellung von der Bildung des Zellgewebes rührt davon her, dass man die mikroskopische Untersuchung desselben vernachlässigt hat, oder zu unvollkommene Instrumente hierzu anwenden konnte. Alles Zellgewebe besteht aus ganz überaus feinen Fasern, die Treviranus und Krause kannten, und aus nichts Anderem, weder Kügelchen noch Blättchen. Diese Fasern gehören unter die feinsten Theile des menschlichen Körpers und sind ohngefähr so stark, wie die Primitivfasern des Sehnengewebes. Selbst die Häute der Fettzellen entstehen erst durch Aneinanderlegen dieser Fasern, welche man erst bei einer 400maligen Vergrösserung ihres Durchmessers sieht. Diese Primitivfasern des Zellgewebes sehen fast so wie Primitivfasern des Sehnengewebes aus, mit welchen das Zellgewebe auch dadurch übereinstimmt, dass es beim Kochen Leim giebt. Die Fasern des Zellgewebes sind zu Lamellen und kleinen Häutchen verbunden, und diese Lamellen oder Bündel von Zellgewebefasern liegen nun in den mannigfaltigsten Richtungen durcheinander, so dass sie ein unregelmässiges Spinngewebe von kleinen Bündeln und Lamellen erzeugen, dessen Interstitien untereinander communiciren, wie man durch das leichte Aufblasen derselben ermittelt. Durch diesen letzten Umstand und durch seine Structur überhaupt unterscheidet sich das thie-

rische Zellgewebe von dem Pflanzenzellgewebe, welches meist eckige geschlossene Zellen bildet. Die Primitivfasern in der *Fascia superficialis* stimmen durchaus mit denen des Zellgewebes überein. Diese dünneren Faserhäute scheinen bloss durch die Dichtigkeit des Strickwerks des Zellgewebes zu entstehen. In den eigentlichen Fascien und Sehnen liegen die Fasern schichtweise in gewissen Richtungen, und bilden Faserbündelchen, welche, wie die Fasern des fibrösen Gewebes überhaupt, wohl nicht aus dichten Ordnungen von Primitivfasern des Zellgewebes, sondern aus eigenthümlichen Fasern bestehen. Das Zellgewebe wird nun in seröses und Fettzellgewebe eingetheilt. Die Vorstellung von der Zusammensetzung des Zellgewebes aus Lymphgefässnetzen wird durch das mikroskopische Verhalten und durch den unmittelbaren Uebergang in die Fascia superficialis unwahrscheinlich. Diese Bemerkungen über den Bau des Zellgewebes sind aus einer kleinen Arbeit von Jordan über die *Tunica dartos* und die verwandten Gewebe (Mueller's *Archiv.* 1834. *p.* 410.) entnommen. Ich bemerke, dass ich die Beobachtungen des Verf. selbst verificirt habe.

Das Fett ist ein blosses Depositum in den Zellen des Zellgewebes, theils unter der Haut im *Panniculus adiposus*, theils im *Omentum*, in der Umgegend der Nieren und in dem Mark der Knochen und stellenweise an vielen anderen Theilen. Die Fettzellen des Menschen sind rundlich, die des Schafes und der Thiere mit Talgfett polyedrisch. Eine besondere Structur scheint zu dieser Absetzung aus dem Blute nicht nöthig, weil eben in allen Theilen Fett sich abscheiden kann. Diese Materie ist übrigens ohne alle Organisation und bei der Temperatur des menschlichen Körpers selbst flüssig oder weich. Die verschiedenen Fettarten in der Thierwelt unterscheiden sich vorzüglich durch den Temperaturgrad, bei welchem sie weich und flüssig werden, und durch einen verschiedenen Gehalt an Stearin und Elain, in der Schmelzbarkeit verschiedenen Fettarten. Das Menschenfett gehört zu den weicheren Fettarten. Das Fett der kaltblütigen Thiere ist bei gewöhnlicher Temperatur noch flüssig. Die Zusammensetzung des Fettes ist schon pag. 136 angegeben. Dieses freie Fett ist stickstofflos, während andere Fettarten, wie das gebundene Fett im Blut und im Gehirn, stickstoff- und phosphorhaltig sind. Stearin und Elain sind übrigens in Aether und heissem Weingeist löslich, Elain bleibt in dem erkalteten Weingeist gelöst. Der Nutzen des Fettes besteht offenbar theils in seiner Verwendung zur Ausgleichung der Formenverhältnisse, theils dient dasselbe als schlechter Wärmeleiter zum Schutz der inneren Theile. Das Fett kann aber auch als ein deponirter Nahrungsstoff betrachtet werden, der bei Hungernden und auch bei dem Schwinden der Theile durch Bindung mit anderen Thierstoffen oder verseift ungemein leicht wieder aufgelöst und in die Blutmasse wieder aufgenommen, zu organischen Combinationen weiter verwandt wird.

2) *Absondernde Häute.* Unter die absondernden Häute gehören vorzüglich die serösen Häute, die Schleimhaut und die äussere Haut.

a. Seröse Häute. Die serösen Häute scheinen aus ähnlichen Fa-

sern wie das Zellgewebe zu bestehen, die auf dieselbe Weise zu Bündelchen verbunden und durch einander gewirkt sind. Sie bilden drei Ordnungen: 1. *Bursae synoviales*, sowohl *subcutaneae*, als die *Bursae synoviales tendinum*, welche den durch sie hindurchgehenden, oder an ihnen vorbeigehenden Sehnen einen Ueberzug geben. 2. Synovialhäute der Gelenke. Wenn Sehnen oder Bänder durch Gelenke hindurch gehen, so erhalten auch diese einen Ueberzug. Die Synovia ist eine alkalische eiweisshaltige Flüssigkeit, welche durch Kochen coagulirt. 3. Seröse Häute der Eingeweide. Sie sind sackförmig geschlossen und entstehen als häutige Grenzen, wo Eingeweide frei einander berühren oder in Höhlen liegend von anderen Theilen abgesondert sind. Die durch eine seröse Haut begrenzten Eingeweide sind von aussen so in den serösen Sack eingedrückt, dass sie selbst davon wieder einen Ueberzug erhalten. Von dem Gesetz, dass die serösen Häute geschlossene Säcke sind, giebt es nur selten Ausnahmen, wie z. B. die Oeffnung der Eierröhren des Menschen und aller übrigen Wirbelthiere (bis auf einige Fische) in die Bauchhöhle, ferner die Oeffnungen, welche doppelt bei den Haifischen und Rochen, einfach beim Aal und bei den Pricken von aussen in die Bauchhöhle führen. Bei den Stören, Haifischen und Rochen hängt der Herzbeutel selbst mit der Bauchhöhle zusammen, und bei den Ammocoetes und Myxinoiden ist dieser Zusammenhang am grössten *).

Man stellt sich häufig vor, dass die serösen Höhlen während des Lebens mit einem Gas angefüllt seyen, ohne zu fragen, was diess für ein Gas seyn könnte. Diess ist eine unrichtige Vorstellung. Die serösen Säcke sind während des Lebens so von ihren Eingeweiden angefüllt, dass gar keine Zwischenräume innerhalb derselben vorhanden sind, und es wird von den Oberflächen der serösen Häute während des Lebens nur so viel Flüssigkeit abgesondert, um die einander berührenden Wände schlüpfrig zu erhalten und vor Verwachsungen zu schützen. So sind die Baucheingeweide unter dem beständigen Druck der Bauchmuskeln zusammengepresst; nur im Innern des Darmkanals erleidet der Raum der Bauchhöhle nach oben und abwärts Veränderungen. Zwischen Pleura costalis und pulmonalis ist während des Lebens nicht der geringste Zwischenraum, indem die Oberflächen der Lungen durchaus immer den Bewegungen des Thorax folgen, wodurch allein das Athmen möglich ist. Auch zwischen Herzbeutel und Herz braucht man keine gasformigen Stoffe und keine Flüs-

*) Bei den Vögeln sollen nach der gewöhnlichen Annahme die aus den Bronchien der Lungen durch Oeffnungen auf der Oberfläche derselben sich verlängernden Luftsäcke auch in die Bauchhöhle herabsteigen und in diesen Luftzellen die Baucheingeweide alle liegen. Diess ist aber ein Versehen, denn nach meinen Beobachtungen an Hühnern liegen die beiden Hälften der Leber und der grösste Theil des Darmkanals zwischen den auf beiden Seiten herabsteigenden Luftzellen in besondern mit den Luftzellen gar nicht communicirenden Abtheilungen der Bauchhöhle, in welche bei einer Injection der Luftzellen durch die Luftröhre nichts eindringt.

sigkeit während des Lebens anzunehmen; denn immer ist ein Theil des Herzens vom Blut ausgedehnt, während der andere Theil des Herzens zusammengezogen ist. Durch die Anhäufung des Blutes in dem eben erweiterten Theil des Herzens, sey es Vorhof oder Kammer, wird also die Höhle des Herzbeutels in jedem Augenblick ausgefüllt, und wenn auch durch die Zusammenziehung eines Theils des Herzens im Herzbeutel ein luftleerer Raum entstehen könnte, so würden die anliegenden Lungen vermöge des Luftdrucks von aussen durch die Bronchien, den Herzbeutel verdrängend, diesen leeren Raum einzunehmen suchen.

Die serösen Säcke stehen unter sich in sympathischer Verbindung, und theilen sich einander leicht Entzündungen mit. Eine diesen Säcken eigenthümliche Krankheit ist die Ergiessung von Blutwasser in dieselben, welche leicht durch organische Krankheiten der ihnen anliegenden Eingeweide entsteht. Ueber die Gefässe der serösen Häute siehe oben pag. 213.

b. Schleimhäute. Ueber den feinern Bau siehe oben den Artikel von der Ernährung. Die Schleimhäute kommen überall vor als innere häutige Begrenzungen, wo innere Theile mit der Aussenwelt in offener Verbindung stehen, überall wo etwas ausgeschieden oder aufgenommen wird. Sie sind weich und sammetartig, überaus gefässreich, im Mund und in der Speiseröhre von Epithelium bedeckt, ihr Gewebe giebt beim Kochen keinen Leim und zeichnet sich durch die leichte Maceration in Wasser und durch die Auflöslichkeit in Säuren aus. Ihre äussere Fläche liegt an anderen Geweben an, an der Zunge auf Muskeln, an den knorpligen Theilen der Nase auf Perichondrium, in den Siebbeinzellen, Keilbeinhöhlen, Kieferhöhlen, Stirnhöhlen, gleichwie in der Trommelhöhle auf Periostium; im Darmkanal liegt die äussere Oberfläche dieser Haut an einer Art fester Fascia an (*Tunica propria* des Darmkanals), welche eben so auch wieder den Muskelfasern der dritten Haut des Darmkanals zur Befestigung dient. Man kann mehrere Hauptausbreitungen der Schleimhäute unterscheiden: 1. die Schleimhaut der Nase. Diese sendet Fortsetzungen in die 3 Nebenhöhlen der Nase, und durch den Thränenkanal und die Thränenröhrchen communicirt sie continuirlich mit der Conjuntiva palpebrarum et oculi, welche letzte so sicher, wie jede andere Schleimhaut, hierher gehört, da sie die Krankheiten der Schleimhäute, nämlich sowohl die chronischen Blennorrhoeen als die catarrhalischen Affectionen dieser Häute theilt, ja bei jedem heftigen Schnupfen im trocknen, wie im fliessenden Stadium mit afficirt wird, und weder in der serösen Absonderung, die am Auge von den Thränen, nicht von ihr kommt, noch in Hinsicht der sackartigen Bildung der serösen Häute mit diesen etwas gemein hat.

Die Schleimhaut des Mundes hängt im Rachen mit jener der Nase zusammen, schickt eine Fortsetzung in die Eustachische Trompete, welche als innere Haut der Trommelhöhle und des Trommelfells endigt. Sie schickt im Munde Fortsetzungen in die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen; im Rachen theilt sie sich in zwei grosse Zweige als innere Haut der Luftwege und des Darmkanals. Jene dringt bis in die Luftzellen als das Häutchen der-

selben vor und endigt blind; diese kleidet den ganzen Darmkanal aus, und schickt Fortsätze in die Ausführungsgänge der Leber und des Pankreas. Bei den Vögeln hängt sie in der Kloake mit der Schleimhaut der Genitalien und Harnwerkzeuge zusammen. Die Schleimhaut der letzteren überzieht den ganzen Verlauf der Harnwerkzeuge von ihrer Mündung bis in die Calyces renales, dringt in die Geschlechtstheile als innere Haut bis in die Ausführungsgänge der Genitalien ein, bei dem Weibe grenzt sie merkwürdiger Weise an den Fimbrien der Trompeten an die seröse Haut der Unterleibshöhle. Bei den Fischen stehen alle Schleimhäute durch die schleimabsondernde Oberfläche der Haut in Verbindung. Alle diese Häute stehen in grosser sympathischer Verbindung unter sich, indem sich die Krankheiten dieser Häute, namentlich die Schleimflüsse und catarrhalischen Affectionen, leicht innerhalb dieses Gewebes ausbreiten. Durch diesen Consensus erkennt man an einem Theil dieser Häute die Beschaffenheit eines andern: aus der Beschaffenheit der Schleimhaut der Zunge die Beschaffenheit der Schleimhaut des Magens und Darmkanals. Vgl. den pag. 343 erläuterten, merkwürdigen sympathischen Zusammenhang aller Schleimhäute mit den Athembewegungen. Die Leichtigkeit, mit welcher durch Vermittelung der Nervensympathieen aus Reizungen der Schleimhäute convulsivische Bewegungen der zum respiratorischen System gehörigen Muskeln entstehen, wie sie beim Husten, Niesen, Erbrechen, unwillkührlichen Trieb zum Stuhlgang und Harnlassen stattfinden, will ich hier nicht weiter untersuchen.

Die eigenthümlichen Krankheiten dieser Häute sind die Blennorrhoeen oder Schleimflüsse und die catarrhalischen Affectionen, welche sich von den ersteren dadurch unterscheiden, dass sie acut, heftig, d. h. schnell steigend und abnehmend sind, und dass sie ein congestives, erstes und blennorrhoisches, zweites Stadium besitzen.

Die Absonderung des Schleims geschieht sowohl auf den der Schleimbälge ermangelnden Schleimhäuten der Kieferhöhle, Stirnbeinhöhle, Keilbeinhöhle und Trommelhöhle, als auf den mit Folliculis mucosis versehenen Schleimhäuten; daher die letzteren nicht die einzigen Quellen der Schleimabsonderung seyn können.

Die Schleimdrüsen sind übrigens blosse säckchenförmige Vertiefungen der Schleimhäute. In denjenigen Schleimhäuten, welche mit Epithelium bedeckt sind, wo also ausser dem Schleime noch eine andere Absonderung stattfindet, scheint die Schleimabsonderung auf die Schleimdrüsen beschränkt zu seyn. Vgl. über das Epithelium pag. 379.

Der Schleim (*Mucus*) wird nur von Schleimhäuten gebildet und kömmt in anderen thierischen Theilen nicht vor. Dieser zum Schutz aller mit der Aussenwelt in Wechselwirkung stehenden inneren Theile bestimmte Stoff quillt im Wasser auf, ist aber im Wasser nicht löslich; in der Wärme gerinnt er nicht, vom Weingeist wird er aus seiner Zertheilung in Wasser niedergeschlagen, erhält aber ausgewaschen seine vorige Zertheilbarkeit im Wasser wieder. Uebrigens ist der Schleim nicht auf allen Schleimhäuten

von gleicher Beschaffenheit; denn wie Berzelius fand, ist der Schleim der Gallenblase in Säuren ganz unlöslich, während der Schleim der Harnblase einigermaassen von verdünnten Säuren sowohl, als von verdünntem Alkali gelöst wird. Säuren lösen überhaupt sehr wenig vom Schleim auf. Nach Gmelin gerinnt der Darmschleim durch Säuren, selbst durch Essigsäure. Die Säure zieht nur sehr wenig aus und er wird selbst im Kochen von ihr nicht aufgelöst. Das Wenige, was von Säure aufgelöst worden oder was Wasser nach dem Abgiessen der Säure in der Digestion aus ihm auszog, wird von Galläpfelinfusion, aber nur selten von Cyaneisenkalium gefällt. Berzelius *Thierchemie* 138. Im Schleim kömmt auch eine in Wasser lösliche thierische Materie vor, das Pyin, welches nach Gueterbock dem Eiter und Schleim gemein ist. Seine Auflösung in Wasser wird von Weingeist gefällt. Die Fällung wird durch Wasser wieder aufgelöst. Salzsäure fällt, überschüssig löst sie wieder auf. Die saure Auflösung wird von Kaliumeisencyanid nicht gefällt. Essigsäure und Alaun fällen das Pyin, und im Ueberschuss lösen sie es nicht wieder auf. Der Schleim des Magens enthält auch Verdauungsprincip, Pepsin, Laab.

c. Aeussere Haut. Auf der äussern Haut finden sehr mannigfaltige Absonderungen statt, wovon jede von besondern Stellen des Hautorganes gebildet wird. Am allgemeinsten ist die Absonderung der Epidermis. Die Absonderung der Epidermis geschieht schichtweise von der obersten Schicht der Haut. Vgl. oben pag. 379. Die Epidermis ist selbst nach übereinstimmenden Beobachtungen nicht organisirt. Schultze fand zwar, dass nach Injection der Blutgefässe mit blossem Terpentinöl nicht allein die feinsten, sonst nicht sichtbaren Gefässe angefüllt werden, sondern dass auch die abgezogene Epidermis an ihrer innern Seite ein mit dem Mikroskop erkennbares deutliches Gefässnetz zeigt. Um die Injection auf das Weiteste zu treiben, hat Schultze den Stumpf des injicirten unterbundenen Arms in heisses Wasser gethan. Dieser Gelehrte hatte die Güte, mir nicht allein das Gefässnetz der innern Seite der Epidermis an abgezogenen und getrockneten Stücken unter dem Mikroskop zu zeigen, sondern auch ein Stückchen dieser Epidermis mir mitzutheilen, woran ich den deutlichen Beweis dieser Gefässe in Händen habe. Es lässt sich aus dieser Beobachtung indess freilich nicht schliessen, dass die Epidermis selbst Gefässe enthalte; denn diese Schicht von Gefässen, an der innern Seite der Epidermis, kann sehr wohl mechanisch beim Ablösen der Epidermis von dem Stratum Malpighianum subepidermicum mit abgelöset seyn. Auch liesse sich erst an senkrechten Durchschnitten der Epidermis unter dem Mikroskop der Beweis führen: ob diese Gefässe bloss eine innere Schicht an der gefässlosen Epidermis selbst bilden, oder ob die Gefässe wirklich bis zu einiger Tiefe in die Substanz der Epidermis eindringen. Sie verhalten sich übrigens bei ihrer Verzweigung und netzförmigen Endigung gerade so wie Blutgefässe. Von den rothes Blut führenden Gefässen unterscheiden sie sich nach Schultze nur, dass sie einigemal dünner sind, als menschliche Blutkörperchen. Wäre diese Messung an nicht getrockneter

Epidermis angestellt, so könnte sie den noch fehlenden Beweis leisten, dass es wirklich Ramuli serosi der Blutgefässe gebe. Siehe Mueller's *Archiv für Anat. und Physiol.* 1834. *p.* 30.

Die Absonderung der Haare findet in den Haarbälgen von den Haarkeimen statt. Die Bildung der die Haut einölenden Hautschmiere geschieht durch jene unzähligen, über die ganze Haut zerstreuten Folliculi sebacei, kleine, in der Dicke der Haut liegende ästige Säckchen mit engerem Halse. Diese Drüschen münden meist in die Haarbälge aus. Gurlt in Muell. *Archiv.* 1835. 399. Endlich findet die Absonderung des Schweisses wieder in eigenthümlichen kleinen, über die ganze Körperoberfläche verbreiteten Schläuchen statt, welche ihr Secretum durch feine Poren an der Epidermis ergiessen. Wendt *de epidermide humana. Diss. inaug. Vratisl.* 1833. Mueller's *Archiv für Anat. u. Physiol.* 1834. Heft 3. pag. 280. Breschet *ann. d. sc. nat. Sept. Oct. Dec.* 1834. Gurlt a. a. O. Diese Organe wurden von Purkinje und Breschet entdeckt.

Die kleinen Poren auf den erhabenen Linien der Vola und Planta sind bekannt. Diese Oeffnungen führen zu fadenförmigen Organen, welche durch das Stratum Malpighianum in die Haut selbst übergehen, einen spiralförmigen Verlauf haben und zuletzt in der Tiefe der Haut in eine aus einem gewundenen Schlauche bestehende Drüse endigen. An den Hautstellen mit dünner Epidermis sind diese Kanäle dünner und weniger gewunden. Zu dieser Untersuchung wird ein Stück der Haut, am besten aus der Vola manus, durch Liquor kali carbonici erhärtet und in senkrechten Lamellen, die mit den Furchen der Vola parallel laufen, mit einem sehr scharfen Messer zerschnitten, darauf diese Durchschnitte mikroskopisch untersucht.

Man sieht aus dieser Zusammenstellung der in der Haut stattfindenden Absonderungen, dass für jedes auch nur punktförmige Vordringen eines Secretes in der Haut ein bestimmter, durch sackartige oder schlauchförmige Structur ausgezeichneter, Apparat nöthig ist und wenn sich die Vorstellungen der Alten über das Hervordringen des Schweisses aus den Schweissporen bestätigt haben, so darf man sich darunter keineswegs, wie jene sich dachten, ein Ergiessen des Schweisses aus offenen Fortsetzungen der Blutgefässe denken; vielmehr ist jeder Schweisspore nur das Ende eines blinden und in sich geschlossenen Schlauches, welcher sein Secretum, wie jede andere Drüse, auf seiner innern Oberfläche bildet. Ueber die chemische Zusammensetzung der Hautabsonderung siehe den folgenden Abschnitt IV. Cap. VIII, bei den Ausscheidungen.

3) *Drüsen.* Die Organe, welche man bisher Drüsen genannt hat, sind theils ohne Ausführungsgänge, theils absondernde und mit Ausführungsgängen begabte.

Die erste Reihe dieser Organe oder der Drüsen ohne Ausführungsgänge, üben ihren plastischen Einfluss auf die in ihnen und durch sie circulirenden und in den allgemeinen Kreislauf zurückkehrenden Säfte aus, sie haben keine Beziehung auf ein Aeusseres, wie die absondernden Drüsen. Diese Organe bestehen

daher auch fast nur aus Gefässbildung, sie sind Gefässknäuel, *Gefässknoten*, indem die in ihre Bildung eingehenden Gefässe des Kreislaufs sich im Parenchym derselben ins Unendliche zertheilen und aus dieser Zertheilung wieder in ausführende oder rückführende Gefässe des Kreislaufs sich sammeln.

Alle Drüsen dieser Art oder die Gefässknoten sind aber zweierlei:

I. *Blutgefässknoten, ganglia sanguineo-vasculosa.* Hierher gehören im Systema chylopoeticum die Milz, im Systema uropoeticum et genitale die Nebennieren, im Systema respiratorium die Schilddrüse und die Thymusdrüse, im Auge die glandula chorioidalis der Fische, endlich die Placenta des Foetus.

Alle diese Organe sind blosse Blutgefässkuchen, sie können in ihrem Parenchym bloss die Beziehung und Einwirkung auf das sie in einer grossen Zertheilung durchkreisende Blut haben.

Sie sind aber bald

1. *vereinigte Ganglia sanguineo-vasculosa*, wie die Placenta, die Milz;

2. *vereinzelte*, wie die Cotyledonen und die mehrfachen Milzen.

II. *Lymphgefässknoten, Ganglia lymphatico-vasculosa.* Diese bestehen aus Verzweigungen der in sie eingehenden und aus ihnen herausführenden Lymphgefässe, deren innere Zertheilung zuletzt in lauter Netze und Zellen endigt. Siehe oben pag. 267.

Hieher gehören die Lymphdrüsen und Mesenterialdrüsen.

Auch diese können in ihrem Innern bloss die Beziehung auf die sie durchkreisende Lymphe oder den Chylus haben.

Sie sind ebenfalls bald

1. *vereinzelt*, wie gewöhnlich die Mesenterialdrüsen in grosser Anzahl;

2. *vereinigt*, wie das sogenannte Pancreas Asellii der Hunde, als eine Masse von Mesenterialdrüsen.

Alle diese Drüsen, die Blutgefässknoten und Lymphgefässknoten, sind nicht der Gegenstand gegenwärtiger Untersuchung; sie sind von derselben gänzlich ausgeschlossen.

Eine zweite Klasse der Drüsen hat nicht bloss die Beziehung auf das sie durchkreisende Fluidum, sondern auf ein Aeusseres, das die Produkte der Metamorphose durch *Ausführungsgänge* aus der Sphäre des Kreislaufes in sich aufnimmt. Alle Drüsen dieser Ordnung müssen in Hinsicht ihrer innern Bildung vollständig zergliedert werden.

## *II. Capitel.* Von dem innern Bau der Drüsen.

Die Untersuchungen über den innern Bau der Drüsen sind durch des Malpighius *exercitationes de structura viscerum* 1665 eröffnet worden, welcher lehrte, dass die Elementartheile aller Drüsen, die sogenannten Acini desselben Baues seyen als die einfachen Bälge und conglomerirten Balgdrüsen, dass sie nämlich aus rundlichen Säckchen bestehen, welche von den feinsten Blutgefässen ihre Säfte erhalten, und diese in ihre Ausführungsgänge abgeben,

wobei er sich auf den blinddarmähnlichen Bau einiger einfacher Drüsen, wie des Pankreas des Schwertfisches, der Leber der Krebse und auf die Bildungsgeschichte der Leber bei dem Embryo stützte. Obgleich dieser Ansicht gute Anschauungen zum Grunde lagen, so hat sich doch Malpighi im Einzelnen geirrt, denn die eigentlichen Elementartheile der zusammengesetzten Drüsen blieben ihm unbekannt, und was derselbe als Folliculi der Leber und anderer zusammengesetzter Drüsen beschrieb, sind nur Anhäufungen der zahlreichen, ihm unbekannt gebliebenen Elementartheile. Die Erschütterung, welche diese Lehre durch Ruysch seit 1696 erlitt, war daher unausbleiblich; denn durch die Ausbildung der feinern Injection der Blutgefässe wurde es Ruysch nicht schwer zu zeigen, dass in den Folliculis der zusammengesetzten Drüsen noch eine ungemein zahlreiche Zertheilung der feineren Blutgefässe stattfindet. Indessen ist Ruysch durch Ueberschätzung der anatomischen Hülfsmittel und dessen, was ihm die Injection der Blutgefässe leistete, ohne hinreichende Gründe zu dem Schluss verleitet worden, dass die eigentliche Drüsensubstanz aus nichts als Blutgefässen bestehe, und dass die feineren Blutgefässe unmittelbar in die Anfänge der Ausführungsgänge der Drüsen übergehen. Ruysch's Lehre über den Bau der Drüsen bekam ein grosses Uebergewicht dadurch, dass Haller sich auf seine Seite neigte. Haller hat die alte Hypothese von den aushauchenden offenen Enden der Arterien erst recht befestigt. Er führt (*Element. Physiol. Lib. II.* §. 23.) fünf Arten dieser Endigung an: in einen Ausführungsgang, ins Zellgewebe, in Höhlen, durch die Haut, in lymphatische Gefässe; in Wahrheit aber existiren alle diese Uebergänge nicht, denn wie die an so vielen durchsichtigen Theilen angestellten Untersuchungen über die Circulation, über die Bewegung des Bluts in den Capillargefässen, und die Beobachtungen an den fein injicirten Geweben aus allen Theilen des menschlichen Körpers lehren, giebt es in keinem Organe, in keiner Haut einen andern Uebergang der Arterien, als den netzförmigen Uebergang ihrer feinsten Zweige in die Venen. Haller und mehrere seiner Nachfolger haben für Ruysch's Hypothese auch den Uebernang der in die Blutgefässe injicirten Flüssigkeiten in die Ausführungsgänge der Drüsen und die Blutungen aus den absondernden Geweben angeführt. Was den ersten Grund betrifft, so lässt es sich zwar nicht läugnen, dass bei starken Injectionen der Pfortader zuweilen, wenn gleich selten, etwas in den Ductus hepaticus übergeht, und dass in seltenen Fällen nach heftiger Injection der Nierenarterien etwas von der injicirten Flüssigkeit in dem Nierenbecken sich vorfindet. Allein die Untersuchung nach solchen Uebergängen zeigt gerade, dass eine Zerreissung statt gefunden haben muss; denn die feineren Zweige der ausführenden Kanäle finden sich in diesen Fällen nicht injicirt, was seyn müsste, wenn der Uebergang auf natürlichen Wegen durch die feinsten Zweige der Arterien in die feinsten Zweige der Ausführungsgänge geschehen wäre. So füllen sich auch, wie meine Untersuchungen bewiesen haben, nach Injection der Ausführungsgänge, z. B. der Leber, der Niere nur dann durch

Extravasation die Blutgefässe, wenn die feineren Zweige der Ausführungsgänge nicht angefüllt sind. Dergleichen Uebergänge sehen sich daher ganz wie das Austreten feiner Injectionsmassen aus Schleimhäuten an, in welchen es doch erwiesener Maassen keine offenen Enden der Blutgefässe, sondern nur Capillargefässnetze giebt. Dasselbe gilt von den Blutungen, welche durch Extravasation erfolgen und die überdiess in den Drüsen ganz ausserordentlich selten sind. Am auffallendsten schien der Uebergang feiner Injectionen aus den Nierenarterien in die Bellinischen Harnkanälchen; ja es wurden sogar die aus den Arterien injicirten gestreckten Gefässe der Marksubstanz der Nieren bei dem Vortrag der Anatomie zur Demonstration der Bellini'schen Röhren benutzt. Die genauere Untersuchung solcher Injectionen durch Huschke und mich hat indessen diesen Irrthum aufgedeckt und gezeigt, dass diese sogenannten Bellini'schen Röhren gar nicht die wahren Bellini'schen Röhren, vielmehr nichts anders als langgestreckte, zwischen den bellini'schen Röhren verlaufende Arterien sind, welche gegen die Papille der Nieren hin, statt sich zu öffnen, wie die Bellini'schen Röhren, vielmehr feiner werden und Capillargefässnetze um die Oeffnung der Harnkanälchen bilden.

Die Controverse über den Bau der Drüsen konnte auf den bisherigen Wegen, welche meist in Injectionen der Blutgefässe bestanden, nicht entschieden werden. Hierzu gehörten glückliche Injectionen der Absonderungskanälchen selbst von ihren Ausführungsgängen und eine durch alle Drüsen durchgeführte Untersuchung der Drüsen, über den feinsten Bau und die Wurzeln dieser Kanälchen. Die erste genauere Untersuchung dieser Art war von Ferrein über den Bau der Drüsen (*Mém. de l'Acad. royale des Sc. de Paris* 1749), welcher die gewundenen Harnkanälchen der Rindensubstanz als die eigentliche Quelle der Harnabsonderung entdeckte, wovon weder Malpighi noch Ruysch eine Ahnung gehabt haben. Die Entdeckung dieser Kanäle, deren Anhäufung und Feinheit erst den Schein von festem Parenchym hervorbringt, liess eine grosse Aehnlichkeit zwischen diesen Kanälen der Rindensubstanz der Nieren und den Samenknälchen einsehen, die sich von ihnen nur unterscheiden, dass sie mit blossen Augen sichtbar sind, die Samenkanälchen aber mussten immer für die Lehre von dem Bau der Drüsen von grosser Wichtigkeit seyn, weil sie uns eine entschiedene Selbstständigkeit der absondernden Kanäle zeigen, auf deren Wänden sich bloss die feinsten Blutgefässe verzweigen und in Capillargefässübergängen von den Arterien in die Venen übergehen. Schumlansky (*de structura renum. Argentorat.* 1788) hat diese Untersuchungen vervollkommnet; indessen hat er doch einen bedeutenden Irrthum in die feinere Anatomie der Nieren gebracht, dadurch, dass er die noch mit blossen Augen sichtbaren Malpighi'schen Körperchen in der Rindensubstanz der Nieren für die Quelle der Harnabsonderung hielt, und den Anfang der gewundenen, überall gleichförmig dicken und unverzweigten Rindenkanälchen der Nieren in diese Malpighi'schen Körperchen setzte und in seiner

schematischen Abbildung sehr anschaulich machte, während doch nach neueren Untersuchungen diese runden Malpighi'schen Körperchen aus blossen kleinen Geflechten der Arterien bestehen, von ihnen überaus leicht sich füllen, niemals aber bei Injection der Harnkanälchen angefüllt werden, und überhaupt in keinem Zusammenhange mit ihnen stehen. MASCAGNY und CRUIKSHANK zeigten ferner, dass die Anfänge der absondernden Kanälchen in den Milchdrüsen zellenförmig sind; dasselbe hat E. H. WEBER (MECKEL's *Archiv.* 1827) von den Speicheldrüsen der Vögel und Säugethiere und von dem Pankreas der Vögel gezeigt. Durch diese schönen Untersuchungen von WEBER und durch die eben so trefflichen Beobachtungen von HUSCHKE über den Bau der Nieren (*Isis* 1828, Heft 5 und 6) ist nun in der neuern Zeit der Anfang einer Arbeit gemacht worden, deren ganzem Umfang ich mich selbst weiter unterzogen habe, indem ich den Bau der feineren Drüsenkanälchen in allen Arten der absondernden Drüsen studirte. J. MUELLER *De glandularum structura penitiori. Lips.* 1830. Hierdurch ist nun zur Evidenz gebracht, dass die absondernden Kanälchen in allen Drüsen selbstständig sind, und dass, mögen sie nun gewunden, wie in der Rindensubstanz der Nieren und in den Hoden sich ausbreiten oder sich baumförmig verzweigen, wie in der Leber und den Speicheldrüsen, mögen sie reiserförmig blind wie in der Leber, oder in traubenförmigen Zellen blind wie in den Speicheldrüsen, in dem Pankreas und in den Milchdrüsen endigen, die Capillargefässe nur netzförmig auf ihren Wänden, und zwischen den Kanälchen sich ausbreiten, indem auch die feinsten Drüsenkanälchen, wie in der Leber, in den Nieren immer noch einigemal stärker sind, als die zartesten Verästelungen der Arterien und Venen. So mannigfaltig nun die einzelnen Formen in der Anlage der Drüsenkanälchen sind, so haben doch alle absondernden Drüsen mit einander gemein, dass sie eine grosse absondernde Fläche in dem Innern der Schläuche, der gewundenen oder verzweigten Kanäle darstellen, und dass auf der innern Fläche der Kanäle dasselbe, nur complicirter realisirt ist, was auf einer ebenen absondernden Haut stattfindet, so dass die Natur in den drüsigen Organen durch die eigenthümliche Anordnung der zur chemischen Veränderung der Materie bestimmten Substanz überall nur eine grosse Fläche im kleinen Raum erzielt hat, ein Zweck, den die Natur, wie man aus der folgenden Zusammenstellung der Thatsachen sieht, auf sehr mannigfache Weise erreicht hat.

Die einfachsten Drüsen sind grössere oder kleinere Vertiefungen einer Haut; zuweilen sind diese Vertiefungen sehr flach und entstehen durch blosse Einsenkungen, wie die einfachen Crypten der Schleimhäute, wie sie in fast allen Schleimhäuten vorkommen, in andern Fällen sind die Vertiefungen deutlicher und bilden Säckchen mit einem Hals (*Folliculi*), gleich wie die Folliculi der Schleimhäute. (Die Peyer'schen Drüsen des Ileums dürfen nicht hieher gerechnet werden, wie in dem Abschnitte von der Verdauung gezeigt wird.) In andern Fällen dagegen bildet sich die Vertiefung oder Ausstülpung zu

einer Röhre aus, wie die Schleimkanäle unter der Haut der Fische. Im Allgemeinen kann man den Balg (*Folliculus*) und die Röhre (*Tubulus*) als die Elemente der Hauptmodificationen im Baue der Drüsen betrachten. Aber selbst die scheinbar einfachsten Bälge sind in ihrem Innern schon zusammengesetzt, indem entweder die innere Fläche des Balges zellenförmige Vorsprünge hat, oder das Säckchen traubig ist, wie an den kleinsten Lieberkühn'schen Drüsen der Darmschleimhaut und an den Meibomischen Drüsen, oder die Wände des Follikels selbst wieder in ihrer Dicke blinde Röhrchen enthalten, wie die Magendrüsen der Vögel und anderer Thiere. Boehm *de glandularum intestinalium structura penitiori. Berol.* 1835. Boyd *Edinb. med. surg. Journ.* 1836. *Oct.* 382. Bei der weitern Ausbildung dieser einfachen Drüsen durch Flächenvermehrung kann man folgende Formen unterscheiden. Dergleichen Säckchen und Röhren stehen oft in einer geselligen Verbindung dicht neben einander (*Folliculi aggregati*), bald reihenförmig oder linear, wie die Meibomi'schen Drüsen der Augenlieder, oder haufenweise, wie in der Drüsenschicht im Drüsenmagen der Vögel. Bei dieser Aggregation bleiben die Oeffnungen der einzelnen Drüsen getrennt; die Natur erreicht aber denselben Zweck durch Zusammensetzung der Folliculi zu einem Ganzen mit einfacher Ausmündung (*Folliculi compositi, conglomerati*) wie die Mandeln, die Glandulae labiales, buccales, die aus zusammengesetzten Blinddärmen bestehenden prostatischen Drüsen mehrerer Säugethiere. (J. Mueller a. a. O. Tab. 3.), die Milchdrüse des Schnabelthiers, das Pankreas des Schwertfisches und Thunfisches. Denkt man sich diese Zusammensetzung weiter fortschreitend, so treiben die Bälge des Balgs kleinere Folliculi hervor. Es entsteht eine hohle Verzweigung mit blinden, entweder reiserförmigen oder zellenförmigen Enden. Auch diese Folliculi compositi konnen sich durch Aggregation neben einander zu einer grössern Drüsenmasse von mehreren oder vielen Ausführungsgängen verbinden, wovon man ein Beispiel in der Prostata des Menschen hat, die aus einer Aggregation von einzelnen Drüschen besteht, deren jede gleichsam ein hohles Strauchwerk mit zellenförmigen Enden der Kanälchen darstellt. Durch fortgesetzte Vermehrung dieser Art entsteht nun eine zusammengesetzte Drüse; indessen bildet diese Art der Flächenvermehrung nur die eine Hauptform zusammengesetzter Drüsen; die zweite Hauptform bildet die zusammengesetzten Drusen von röhriger Structur, in welchen die Verzweigung entweder fehlt oder sehr untergeordnet ist, die Vermehrung der Fläche vielmehr durch die Länge und die Windungen einfacher, in ihrem Durchmesser ziemlich gleichförmiger Kanäle erreicht wird.

1) *Zusammengesetzte Drüsen mit verzweigter Grundlage.* Es gehören hierher vorzüglich die Thränendrüse, die Milchdrüse, die Speicheldrüsen, das Pankreas und die Leber. Diese Drüsenart zerfällt wieder in zwei Gruppen, je nachdem die Verzweigung eine gewisse Regelmässigkeit beobachtet, wodurch der Hauptstamm von Stelle zu Stelle Seitenkanäle, die Seitenkanäle von Stelle zu Stelle Seitenkanäle zweiter Ordnung, und diese wieder

Seitenkanäle der dritten Ordnung, wie bei den gelappten Drüsen ausschicken. Hierdurch entstehen Lappen der ersten, zweiten, dritten, vierten Ordnung, welche bloss locker durch Zellgewebe mit einander verbunden sind. Unter diese gelappten Drüsen mit regelmässiger Anordnung der Verzweigung gehören die Thränendrüse, die Milchdrüse, die Speicheldrüse und das Pankreas. Die kleinsten mit blossen Augen sichtbaren Theile dieser Drüsen sehen entweder körnig aus (*Acini*). Sie sind nichts Anderes als traubenförmige Aggregate von sehr kleinen, nur mikroskopisch im angefüllten Zustande sich offenbarenden Zellen, die auf den feinsten Zweigelchen der Absonderungskanälchen traubenförmig aufsitzen, umwoben von Capillargefässnetzen. In anderen Fällen sind die feinen Kanäle als überaus feine blinde Röhrchen, wie die Blättchen der Moose um die Zweige des Ausführungsganges in der ganzen Länge desselben gestellt, wie in der Leber der Krebse und in der Thränendrüse der Schildkröten, wodurch auch wieder Lappen entstehen; oder die Endröhrchen eines kleinsten Lappens bilden, ohne ebenfalls in Bläschen überzugehen nur Büschel reiserförmiger Röhren, wie in den Cowper'schen Drüsen des Igels; a. a. O. Tab. 3., Fig. 8. 9.

Die zweite Gruppe hierher gehöriger Drüsen bilden diejenigen, bei welchen die Verzweigung unregelmässig baumförmig ist, und keine durchgreifende Lappenbildung entsteht. Es gehört hierher die Leber; die Büschel der feinsten Zweige der Gallenkanälchen bilden zwar auch Acini zusammen, allein diese Acini sind ohne durchgreifende Unterabtheilung von Läppchen, zu einem oder zu mehrern gemeinsamen Lappen verbunden.

Diese Verzweigung und auch das Eigenthümliche, dass die Kanälchen zuletzt nicht in Zellen, sondern in vielfach verzweigte Reiserchen von mikroskopischer Feinheit endigen, die, in eine grosse Anzahl vereinigt, erst das ausmachen, was, mit nackten Augen angesehen, Acinus genannt wird, characterisirt die Leber der Wirbelthiere. Die Leber der Wirbellosen gehört häufig unter die erstere Gruppe der hier beschriebenen Drüsen. Wir werden den Bau der vorzüglichsten Drüsen dieser Klasse, welche beim Menschen vorkommen, hier abhandeln.

A. *Thränendrüse.* Die Thränendrüse zeigt nach meinen Untersuchungen im Allgemeinen zwei Hauptformen in der Anordnung der Drüsenkanälchen: *a.* die bei den Schildkröten von mir gefundene; *b.* die bei den übrigen Wirbelthieren, Vögeln und Säugethieren stattfindende Structur. Bei den Schildkröten bildet die Drüse lauter keulenförmige Lappen, welche wie Aeste mit einander durch die in ihrem Inneren verlaufenden Ausführungsgänge verbunden sind. Im Innern dieser Keulen verläuft ein ziemlich gleichförmiger Kanal, in welchen unzählige, senkrecht auf ihn gestellte mikroskopische Büschel von Blinddärmchen (wie das Laub der Moose zu ihren Stengeln sich verhaltend) von 0,00194 p. Z. Dicke einmünden, so dass man sich diese scheinbar soliden Massen in einer federbuschartigen Zusammenstellung von Blinddärmchen denken muss, die mit den Enden sämmtlich gegen die Oberfläche gerichtet sind. J. Mueller *de glandularum structura.*

*Tab. V. Fig.* 4. Bei den Vögeln und den Säugethieren sind die Drüsenkanälchen der Thränendrüse regelmässig verzweigt und endigen in jedem Acinus in einen Haufen von kleinen Zellen. Bei den Vögeln sind diese Zellen sehr gross, nämlich 0,00327 p. Z. Auch beim Pferde lassen sich, so wie bei den Vögeln, diese Zellen von den Ausführungsgängen mit Quecksilber füllen.

B. *Milchdrüse.* Die Milchdrüsen zeigen im Allgemeinen eine doppelte Structur; sie sind entweder aus Blinddärmen zusammengesetzt, wie die Milchdrüsen des Schnabelthiers, oder aus verzweigten Kanälen (*Ductus lactiferi*), deren feinste Büschel traubenförmige, mikroskopisch sichtbare Cellulae lactiferae bilden. Die erste Structur kennt man mit Sicherheit nur beim Schnabelthiere nach Meckel's Entdeckung. Diese verzweigten Blinddärme, welche sich in einer ebenen Stelle neben einander in grosser Anzahl öffnen, enthalten indess in ihrem Innern, wie Owen (*Philos. Transact.* 1832) gezeigt hat, eine etwas complicirtere Follicularstructur. Nach von Baer (Meckel's *Archiv.* 1827. p. 559.) besteht auch die Milchdrüse der Cetaceen, die sich nicht mehrfach, sondern nur einfach ausmündet, aus Blinddärmen. Die Untersuchung einer Milchdrüse von Delphinus Phocaena macht mich indessen glauben, dass die von Baer gesehenen Blinddärme nur die stärkeren Ductus lactiferi waren, und dass die Milchdrüse der Cetaceen vielleicht nicht viel weniger complicirt als bei den übrigen Säugethieren ist. Bei diesen öffnet sich die Milchdrüse bald einfach, wie bei den Wiederkäuern, bald durch mehrere Oeffnungen, wie bei den reissenden Thieren und dem Menschen, in die Warze, wo dann im letzteren Fall eigentlich eben so viel Drüsen zu einer gemeinsamen Milchdrüse verbunden sind. Die Structur dieser Drüsen lässt sich sehr schön durch die Anfüllung der Cellulae lactiferae mit Quecksilber zeigen. Siehe Mueller a. a. O. Tab. VI. Fig. 1 — 8. Beim säugenden Igel betragen die Cellulae lactiparae 0,00712—0,00928 p. Z.; beim säugenden Hunde betragen sie 0,00260 p. Z. Sie sind also 10 bis 35 Mal so stark als die feinsten Capillargefässe des Menschen von 0,00025 p. Z.

C. *Speicheldrüsen.* Die Speicheldrüsen der Insekten sind, wie die Drüsen dieser Thiere überhaupt, lange röhrenförmige Schläuche mit blinden Enden. Bei den Mollusken habe ich sie von schwammiger und deutlich zelliger Structur gefunden. Siehe die Abbild. von Murex Tritonis Tab. XVII. Fig. 6. Bei den Fischen giebt es keine Speicheldrüsen; bei den Schlangen muss man die einfachen Speicheldrüsen von den ganz davon verschiedenen Giftdrüsen unterscheiden. Die einfachen Speicheldrüsen, welche theils an der Ober- und Unterlippe, theils unter der Zunge, theils wie die von mir gefundenen, neben der Nase liegen, sehen körnig aus und bestehen in ihrem Innern aus einer zelligen Structur (J. Mueller a. a. O. Tab. VI. Fig. 5.), so zwar, dass die Ober- und Unterlippendrüsen eigentlich aus einer linearen Aggregation vieler Drüsen mit vielen Oeffnungen bestehen. Die Giftdrüsen sind ganz anders gebaut. Sie bestehen in der Regel aus einer Reihe von Blättern, die auf dem Ausführungsgang aufsitzen, indem jedes wieder aus verzweigten Blinddärm-

chen besteht. (J. Mueller a. a. O. Tab. VI. Fig. 1.) Die Giftschlangen bilden übrigens drei Ordnungen: 1. Coluberartige (*Amphibola Müll.*) mit vorderen einfachen Zähnen im Oberkiefer und hinteren gefurchten Giftzähnen, wie Dipsas, Homalopsis, Dryophis. 2. Giftschlangen mit vorderen durchbohrten Giftzähnen, mit hinteren einfachen Zähnen im Oberkiefer (Trimeresurus, Bunjarus Naja(?), Platurus, Hydrophis, Pelamis). 3. Giftschlangen mit blossen Giftzähnen im Oberkiefer, wie Trigonocephalus, Cophias, Vipera, Pelias, Crotalus. Bei den Vögeln sind die Submaxillardrüsen in Hinsicht ihres Baues von E. H. Weber und mir untersucht worden. Sie sind eine Aggregation von mehreren zusammengesetzten Drüsen mit einzelnen Oeffnungen, wie bei den hühnerartigen Vögeln und Gänsen, grössere einfache Drüsen sind die Unterzungendrüsen der Spechte. Im erstern Falle besteht jede scheinbar körnige Drüse aus einem verzweigten Folliculus, dessen Wände mit Zellen besetzt sind; im letzteren Falle findet derselbe Bau, nur complicirter statt. J. Mueller a. a. O. Tab. VI. Fig. 6—8. Bei den Säugethieren zeigt sich eine Speicheldrüse bei ihrer ersten Entstehung nach Weber's und meinen Beobachtungen als ein einfacher, vom Mund ausgehender Kanal mit knospenförmigen Auswüchsen innerhalb eines gallertigen Keimstoffes, Blastema; a. a. O. Tab. VI. Fig. 9 und 10. Bei der weitern Ausbildung der Kanäle verzweigen sich die Kanäle auf Kosten des Keimstoffes immer weiter und in denselben hinein. Dieser Keimstoff zeigt sich bei diesen gelappten Drüsen bald lappig, und wird von der fortschreitenden Verzweigung zuletzt ganz absorbirt; a. a. O. Tab. VI. Fig. 11. 12. Schon bei dieser ersten Entstehung der Drüse zeigen sich also die Speichelkanäle als ein in sich geschlossenes und blind endigendes System; allein auch im erwachsenen Zustande lassen sich die Bläschen an den mikroskopischen Enden der feinsten Speichelkanälchen vom Ausführungsgang der Drüse aus mit Quecksilber anfüllen, wie E. H. Weber beim Menschen und ich bei dem Hunde gethan. Die kleinsten Zellen in der Parotis des Menschen messen mit Quecksilber gefüllt 0,0082 p. Z. Diese Zellchen verbinden sich zu Träubchen, welche 4 bis 7 Mal grösser sind. Die Zellchen sind also ungefähr 3 Mal und die Träubchen 12 Mal grösser als die feinsten Blutgefässchen. Die kleinsten Lungenzellchen sind 5 bis 16 Mal grösser als die Zellchen der Parotis. Beim Hunde fand ich die mit Quecksilber gefüllten Zellchen der Parotis 0,00176 p. Z. dick.

D. *Pankreas.* Gleichwie die erste Erscheinung der Milchdrüsen bei den Cetaceen in der Form von Blinddärmchen auftritt, so erscheint das Pankreas bei den Fischen zuerst in derselben Gestalt, als Appendices pyloricae, welche übrigens bei vielen Fischen fehlen. Diese Blinddärme sind bald einfach, bald mehrfach, und in seltneren Fällen verzweigt. Der Anfang dieser Verzweigung zeigt sich sehr einfach noch bei Polyodon folium, wo die Blinddärme sehr stark und kurz sind. In der Familie der Scomberoiden erreicht die Verzweigung in einigen Gattungen eine grosse Complication, wie z. B. bei Scomber Thynnus, wo 4 grosse Stämme der Blinddärme vom Dünndarm ausgehen, sich

verzweigen und jeder Zweig zuletzt in ein quastförmiges Büschel von dünnen röhrenförmigen Blinddärmen übergeht. (J. Mueller, a. a. O. Tab. VII. Fig. 4. 5.) Beim Schwertfisch findet derselbe Bau statt, nur sind die Blinddärme nicht röhrenförmig, sondern kurz und dick. Beim Stör stellen die Blinddärme, indem sie untereinander durch Zellgewebe verbunden sind, eine grosse schwammig-zellige Masse dar; a. a. O. Tab. VII. Fig. 6. Die Entwikkelungsgeschichte des Pankreas zeigt bei Froschlarven einen ähnlichen Fortschritt, wie bei der Entwickelung der Speicheldrüsen der Säugethiere. Bei den Vögeln lässt sich indess, selbst im erwachsenen Zustande, das Pankreas ganz bis in die zellenförmigen Enden der Ductuli pancreatici mit Quecksilber injiciren, wie E. H. Weber und ich gethan. J. Mueller a. a. O. Tab. XVII. Fig. 3—5. Diese Zellchen messen 0,00137 bis 0,00297 p. Z., sind also 6—12 Mal grösser als die feinsten Blutgefässe.

E. *Leber.* Ohne mich hier über die von Einigen angenommene Aehnlichkeit der Malpighi'schen Gefässe der Insekten mit Gallenorganen zu verbreiten. wovon im IV. Capitel bei der Verdauung und Gallenabsonderung das Nähere, will ich bloss erwähnen, dass die Gallenorgane der Spinnen Träubchen von Bläschen darstellen, welche durch Ausführungsgänge in den Darmkanal ausmünden. Dieser Gänge sind beim Scorpion 5 Paar. J. Mueller a. a. O. Tab. VIII. Fig. 8. Bei den Crustaceen, namentlich bei den eigentlichen Krebsen, besteht die Leber aus grossen Büscheln fingerförmig-verbundener Blinddärmchen, deren Hauptausführungsgang auf jeder Seite in den Darmkanal ausmündet; a. a. O. Tab. VIII. Fig. 11. vom Flusskrebs. Fig. 12. vom Pagurus striatus. Dagegen andere Krebse, wie die Gattungen Palaemon, Penaeus und Crangon, eine traubenförmige Bildung der Leber besitzen und die Leberlappen der Squillen schwammigzellige Massen bilden; a. a. O. Tab. IX. Rathke hat gezeigt, dass die aus Blinddärmchen zusammengesetzte Leber des Flusskrebses beim Embryo als eine Ausstülpung der Darmwände nach aussen entsteht. Bei den Mollusken gleicht die Leber schon sehr ihrem Ansehen bei höheren Thieren. Mit Galle angefüllt scheint sie auf den ersten Blick von körniger Structur zu seyn; sie lässt sich aber, wie ich gezeigt habe, durch Aufblasen der Ausführungsgänge leicht als eine hohle Traube darstellen. Bei einigen grössern Schnecken, wie Murex Tritonis, ist die zellige Bildung so auffallend und die Zellen sind so gross, dass die Leber beim Durchschnitt dem blossen Auge als eine durchaus schwammige Masse erscheint; a. a. O. Tab. X. Fig. 4. Die Untersuchung der Leber der Wirbelthiere bietet ausserordentlich viele Schwierigkeiten dar und nur die Entwickelungsgeschichte giebt vollständige Aufschlüsse über den Bau der feinsten Elementartheile dieses Organes. Eine gute Injection der Gallenkanälchen ist ungemein schwierig, während die Injection der Blutgefässe der Leber durchgängig sehr leicht gelingt.

Rolando's, Baer's und meine eigenen Beobachtungen haben es ausser Zweifel gesetzt, dass die Leber zuerst als eine Ausstülpung der Darmwände bei dem Vogelembryo entsteht, eine

Bildung, welche die Leber in der ersten Entstehung mit der Lunge und dem Pankreas gemein hat. Nach v. Baer erscheint die Leber bei dem Vogelembryo um die Mitte des dritten Tages der Bebrütung als zwei kegelförmige hohle Schenkel des Speisekanals, welche den gemeinschaftlichen Venenstamm umfassen. Bald verlängern sich diese Kegel, indem sie Gefässverzweigungen vor sich hertreiben, während sich die Basis allmählig verengt und die Gestalt eines cylinderförmigen Ausführungsganges annimmt. Die Leber entsteht also zuerst als eine doppelte hohle Ausstülpung der Darmwand in die Gefässschicht nach Aussen. Diese hohlen Kegel verzweigen sich im Innern, vereinigen sich aber an der Basis, indem die beiden hohlen Kegel bei ihrer Verlängerung von der Darmwand immer mehr an sich ziehen, bis sie den zwischen sich befindlichen Theil ganz in sich aufgenommen haben, so dass nun diese beiden Mündungen in eine einzige zusammengeflossen sind. v. Baer in Burdach's *Physiologie, Bd. II.* pag. 504. Die Gallenblase bildet sich als ein Divertikel des Ausführungsganges. Nach meinen Beobachtungen hat der ausgestülpte hohle Theil der Darmwand anfangs, nämlich am 4. Tage, fast dieselbe Dicke als die übrige Darmwand; bald aber wird dieser Theil viel dicker, während er im Innern immer noch eine Höhle enthält. Diese Höhle nimmt bei der weitern Ausbildung der Gallenkanäle ab, während sich in der Dicke der Lebersubstanz verzweigte Figuren und blinddarmförmige Körnchen ausbilden, welche letztere indessen nicht deutlich hohl scheinen. Die Ductus biliferi bilden sich daher durch fortgesetzte Ausstülpung nicht, sondern durch weitere Organisation des hervorgetriebenen Theils der Darmwände. Siehe die Abbild. bei J. Mueller a. a. O. Tab. IX. Fig. 1—3., Tab. XI. Fig. 1—4. Was die spätere Ausbildung und Verzweigung der Gallengänge betrifft, so haben darüber schon Harvey und Malpighi Aufschlüsse gegeben. Harvey *Exercitt. de generatione animalium.* 19.; Malpighi *de format. pulli.* 61. Der Erstere sah die Lebersubstanz als einen sprossenförmigen Auswuchs der Blutgefässe; Malpighi sah die Leber am 6., 7. und 9. Tage aus Blinddärmchen bestehend. Dieser anfängliche Bau der Leber ist von mir durch fortgesetzte mikroskopische Untersuchungen weiter verfolgt worden. Es zeigen sich nämlich auf der Oberfläche der Leber bei mikroskopischer Untersuchung lauter Blinddärmchen oder kurze Reiserchen von gelblich weisser Farbe, die aus der sonst blutrothen Substanz in unzähliger Menge dicht neben einander hervorsehen. Bei älteren Embryonen sieht man diese Reiserchen auf der Oberfläche der blutrothen Leber noch weiter zerästelt, so dass die Büschel der Reiserchen die Form von Federchen annehmen, oder auch wohl kleine Sträuschen bilden. J. Mueller a. a. O. Tab. XI. Fig. 4—9. Diese Elementartheilchen betragen gegen 0,00172 p. Z. Beim Kaninchen ist mir die feinere Injection der Gallenkanälchen aus dem Ductus hepaticus mit Leim und Zinnober einigemal gelungen, wobei die Leber über und über roth wurde. Die kleinen Acini der Leber zeigten sich hierbei als vielfach zerästelte Zertheilungen der Gallenkanälchen, so zwar, dass die Kanälchen in dichten Haufen,

welche die Acini bildeten, aus der Tiefe kommend, nach der Peripherie aus einander fuhren, sich auch noch reiserförmig theilten, ohne weiter dünner zu werden. Diese Zweigelchen, welche man nur mühsam bei mikroskopischen Untersuchungen der injicirten Leber erkennt, liegen so dicht, dass dadurch ein Anschein von Verbindung entsteht; die Kanälchen haben einen Durchmesser von 0,00108—0,00117 p. Z., sie sind also stärker als die Capillargefässe. Merkwürdig ist, was die Leber von den Speicheldrüsen unterscheidet, dass die Enden der Gallenkanälchen beim Embryo reiserförmig blind aufhören, wie die Entwickelungsgeschichte erweist, ohne dass man in der spätern Zeit der Entwickelung knopf- oder bläschenförmige Anschwellungen an diesen Reiserchen sieht. (Durch Anfüllung mit Luft nahmen dagegen in Krause's Untersuchungen (Muell. *Arch.* 1837.) die Enden der Gallenkanälchen wirklich ein bläschenförmiges Ansehen an, und Krause schliesst aus seinen Versuchen, dass auch die Acini der Leber aus bläschenförmigen Enden der Gallenkanälchen von $\frac{1}{46}$—$\frac{1}{40}$''' gebildet sind.) In seltenen Fällen gelingt die Maceration der Leber in schlechtem Weingeist so, dass sie ganz in ihre Acini zerfällt, welche dann bloss noch unter sich ästig zusammenhängen. So besitzt das anatomische Museum zu Berlin eine durch die Maceration in lauter Büschel von Acini analysirte Leber eines Eisbären. Die feineren Stämmchen der Gallenkanälchen sind nicht mehr erkennbar, oder liegen vielleicht im Innern der Büschel der Lebersubstanz. Die Büschel der Lebersubstanz hängen aber an den Zweigen der Lebervenen, welche in das Innere von jedem Aestchen der Lebersubstanz ein Zweigelchen hineinschicken. Die an den Zweigelchen der Lebervenen sitzenden Stämmchen der verzweigten Lebersubstanz von $\frac{1}{4}$ Lin. Dicke, verzweigen sich, ohne an Dicke zu verlieren, weiter, und endigen zuletzt unmerklich in dickere, nämlich $\frac{1}{2}$ Linie dicke, 2—3 Linien lange Körperchen, welche hier und da stumpfe Fortsätze ausschicken. Die zarten Gallenkanälchen an dieser Substanz lassen sich nicht mehr erkennen. Merkwürdig ist, dass nicht die Pfortaderzweige, sondern die Lebervenenzweige von der acinösen Substanz, wie der Stengel vom Laub der Moose, bekleidet sind. An denjenigen Theilen der Leber, wo die Theile noch durch Zellgewebe verbunden sind, sieht man, dass die Enden dieser ästigen Lebersubstanz eigentlich das sind, was man auf der Oberfläche der Leber die Acini nennt. Diese ästigen Cylinderchen bestehen also selbst wieder aus den vorher nach Injectionen und nach der Entwickelungsgeschichte beschriebenen viel feineren Gallenkanälchen. Was die von mehreren Schriftstellern, wie Autenrieth, Bichat, Cloquet, Mappes und Meckel, angenommene doppelte Substanz in der Leber betrifft, welche sich wie Mark und Rinde an den Acinis durch die ganze Leber vertheilen soll, so reducirt sich diess nach meinen Untersuchungen auf das Factum, dass die ästigen Zertheilungen der Lebersubstanz und der Acini überall von einem oft dunkeln gefässreichen Zellgewebe unter einander verbunden sind, wogegen die gelblichen Anhäufungen der Gallenkanälchen abstechen, ein Verhältniss,

was durch die Entwickelungsgeschichte evident wird, indem man beim Vogelembryo die gelblichen Reiserchen der Gallenkanälchen auf der Oberfläche der Leber aus einem röthlichen Gefässgewebe hervorkommen sieht.

Was die Vertheilung der Blutgefässe in der Leber betrifft, so ist es bekannt, dass sich von Injection der Leberarterie und der Pfortader dieselben Capillargefässnetze anfüllen, mit welchen wieder die Anfänge der Lebervenen in Verbindung stehen. In den Capillargefässnetzen der Leber scheint daher eine Vermischung des hellrothen Blutes der Leberarterie und des dunkelrothen Blutes der Pfortader statt zu finden, und aus beiden geschieht vielleicht die Absonderung der Galle. Die feinsten Capillargefässe sind, wie ich schon bemerkt habe, feiner als die mikroskopischen Reiserchen der Gallenkanälchen. Diese Netze verlaufen überall zwischen den Reiserchen der Kanälchen, umspinnen sie, stehen aber mit ihnen in keinem unmittelbaren Zusammenhange; denn bei dem Vogelembryo sieht man mit Hülfe des Mikroskops auf der Oberfläche der Leber die reiserförmigen Endigungen der Gallenkanälchen, und dasselbe lässt sich mit Erfolg an der Leber der Froschlarven beobachten. Siehe J. Mueller a. a. O. Tab. X. Fig. 12. Bei der Salamanderlarve lässt sich sogar die Bewegung des Bluts zwischen den Acinis der Leber mit dem Mikroskop beobachten (a. a. O. Tab. X. Fig. 10.), wo die Blutkörperchen sich zwischen den Theilchen der Lebersubstanz deutlich durchwinden, um aus den zuführenden Gefässen in die abführenden zu gelangen. Ueber das Pfortadersystem der Thiere siehe oben pag. 185.

Durch Kiernan's sehr schätzbare Untersuchungen hat die Anatomie der Leber weitere Fortschritte gemacht. *Philosoph. Transact.* 1833. *p.* 2. *pag.* 711. Kiernan beschreibt die kleinen Körnchen (*Lobules*) der Leber, welche Andere Acini nennen, als blattförmige, aber nicht platte Körper, welche mehrere stumpfe Fortsätze ausschicken, ähnlich denjenigen, die wir oben von der macerirten Leber des Eisbären beschrieben haben. Im Inneren eines jeden kleinen Läppchens läuft ein Centralkanälchen (*Venula intralobularis*), ein Zweig der Lebervene, welche das Blut aus dem Capillargefässnetz des Läppchens zurückführt; die Venulae intralobulares gehen von den Aesten der Lebervenen aus, welche an diesen Stellen in ihren Wänden wie durchlöchert sind; indem die Läppchen auf der Oberfläche der Wände der Lebervenenzweige aufsitzen, so dass diese so gruppirten Läppchen einen Kanal bilden, in welchem der Lebervenenzweig liegt. Diese Kanäle sind also durch die Basen aller Läppchen gebildet. Die äussere Oberfläche jedes Läppchens dagegen ist von einer Zellgewebescheide, Capsel, Fortsetzung der Capsula Glissonii umgeben, und in diesem Zellgewebe, welches wieder die Läppchen von einander sondert, verbreiten sich die Zweigelchen der Arterie und die Zweigelchen der Pfortader, welche (Venae interlobulares) durch die Capillargefässnetze des Läppchens in die Vena intralobularis, oder den Anfang eines Lebervenenzweiges übergehen. Je nachdem entweder in den Venis interlobular. von der Pfortader her eine Blutanhäufung, oder in den Venis intralobular. von den Leber-

venen her eine Blutanhäufung stattfindet, scheint entweder die Mitte der gelben Läppchen blässer, oder der Umfang blässer, und daher der Irrthum von zwei Substanzen an den Läppchen, welche Kiernan so wie ich aus einer einfachen Substanz gebildet fand.

Das Zellgewebe der Capsula Glissonii geht von der Leberpforte als gemeinschaftliche Scheide der Leberarterie, der Pfortader und des Gallenganges weiter ins Innere der Leber ein, umfasst immer wieder die neben einander liegenden Zweige dieser Gefässe und endigt zuletzt in dem Interlobularzellgewebe. Der Verzweigung der Lebervenen bleiben diese Scheiden ganz fremd.

Die Leberarterie verzweigt sich nach Kiernan vorzugsweise und grösstentheils auf den Wänden der Gallenblase, der Gallengänge und der andern Blutgefässe, indem sie die Vasa vasorum derselben bildet. Aus den Netzen der Arterienzweigelchen geht das Blut nach Kiernan in Zweige der Pfortader über und von dort aus in die Lebervenen; denn durch feine Injectionen der Leberarterie wurde die Pfortader wohl, nicht aber die Lebervenen gefüllt. Als er mit blauer Masse zuerst die Pfortader und dann mit rother die Leberarterie gefüllt hatte, wurden Zweige von beiden Gefässen in den Häuten der Gefässe, der Gallengänge und der Gallenblase gefunden; die Läppchen der Leber waren blau gefärbt und die rothe Masse erschien nur punktweise im Umfang derselben. Kiernan nimmt daher an, dass diejenigen Zweige der Leberarterie, welche bis zu den Läppchen gelangen, in die venösen Plexus der Pfortader übergehen und dass das Blut von dort erst in die Anfänge der Lebervenen gelangt. Diese Ansicht, welche jener widerspricht, dass alles Blut der Leberarterie sowohl als der Pfortader in dieselben Capillargefässe gelange, ist indess noch nicht hinreichend erwiesen und die Lieberkuehn'schen Injectionen widersprechen ihr, indem hier die Capillargefässnetze öfter so leicht von dem einen als von dem andern Gefäss aus sich injicirt zeigen.

Von der letzten Verzweigung der Gallenkanälchen sagt Kiernan Folgendes. Da wo die feineren Zweige zwischen den Läppchen liegen, theilen sie sich durch Verzweigung, diese Zweige anastomosiren endlich mit einander und bilden zuletzt einen von den Blutgefässen unabhängigen Plexus, welcher die eigentliche Substanz des Läppchens ausmacht. *Philos. Transact.* 1833. *p.* 2. *Tab.* 23. *Fig.* 3. An den von mir injicirten Gallenkanälchen habe ich über die Existenz dieser Verbindungen nicht sicher werden können. Die Kanälchen sahen mehr wie in den mannigfaltigsten Richtungen durch einander liegende kurze Rispen aus, und die Entwickelungsgeschichte widerspricht dieser Ansicht, indem man beim Hühnchen und bei den Froschlarven auf der Oberfläche der Leber mit dem Mikroskop offenbar Reiserchen sieht. Kiernar erklärt sich diess Ansehen beim Fötus auf eine andere Art, nämlich als gelbe Zwischenstellen zwischen den Radiationen der Venen. Diese Erklärung würde dieser treffliche Forscher indess wohl nicht aufgestellt haben, wenn er selbst mikroskopische Untersuchungen über die Gallenkanälchen bei Vogelembryonen und Froschembryonen angestellt hätte. Dass die Gallenka-

nälchem beim Embryo reiserförmige kurze Endigungen an der Oberfläche der Leber bei mikroskopischer Untersuchung sehen lassen, ist nach meinen zahlreichen Beobachtungen nicht zu bezweifeln; ob die Acini beim Erwachsenen auch aus einer Anhäufung nicht anastomosirender Körper oder aus Plexus von Kanälchen bestehen, wie Kiernan behauptet, ist noch nicht entschieden und schwer zu entscheiden, da auch die gut injicirten Kanälchen der Acini, wenn ihre durch einander fahrenden Zweigelchen dicht gehäuft sind, den Anschein von Plexus annehmen können, zuweilen aber auch Plexus für Gallenkanälchen gehalten werden können, welche nichts anders sind, als durch Extravasation aus den Gallengängen angefüllte Venennetze oder Capillargefässnetze.

2. *Drüsen mit röhrigem Baue.* Hierher gehören die Nieren und die Hoden. Bei dieser Art drüsiger Organe wird die Vergrösserung der Fläche durch Kanäle von ausserordentlicher Länge realisirt, welche mehrentheils gewunden sind, während die Verzweigung entweder fehlt, oder ganz untergeordnet ist, und die Kanäle in dem grössten Theile ihres Verlaufs einen gleichen Durchmesser behalten.

F. *Nieren.* Die Nieren der niederen Wirbelthiere, wie der Fische und Amphibien, zeigen noch keinen deutlichen Unterschied von Substantia medullaris und corticalis. Das ganze Gewebe der Nieren der Fische besteht aus lauter gewundenen Kanälchen (*Ductus uriniferi*), welche durchgängig denselben Durchmesser behalten und sich zuletzt wahrscheinlich blind endigen, während sich ihre anderen Enden in den Harnleiter ergiessen. J. Mueller a. a. O. Tab. XII. Fig. 1—4.

Die Harnkanälchen in der Niere der Frösche gehen, wie die Federfahne von dem Federschaft, nach einer Seite hin ab. Sie sind in ihrem Verlaufe theils gerade, theils gewunden, verändern ihren Durchmesser nicht und endigen zuletzt blind an dem entgegengesetzten Rande der Niere. J. Mueller a. a. O. Tab. XII. Fig. 11. Bei den Schlangen, wo die Nieren an dem, am äussern Rande derselben verlaufenden, Harnleiter, eine Reihe von Lappen bilden, schickt der Harnleiter von Stelle zu Stelle ein Stämmchen in die Concavität der Lappen ab, welches sich alsbald büschelförmig verzweigt. Diese Büschel gehen dann in die eigentlichen Harnkanälchen über, welche in mannigfaltigen Windungen das eigentliche Parenchym der Nieren ausmachen. Am Ende scheinen die Harnkanälchen etwas angeschwollen und blind. Mit Quecksilber gefüllt haben diese Harnkanälchen einen Durchmesser von 0,00322 p. Z. Die Nieren der Schildkröten gleichen in der Bildung der Harnkanälchen, deren Enden gefiedert sind, ganz denen der Vögel. Ueber das eigenthümliche System von zuführenden Venen in den Nieren der Frösche und Amphibien, siehe pag. 185 dieses Handbuchs.

Die Nieren der Vögel, welche aus mehreren ganz getrennten, nur durch die Aeste des Harnleiters verbundenen Lappen bestehen, gleichen schon den Nieren der Säugethiere darin, dass in ihnen Pyramiden enthalten sind, welche die Harnkanälchen in kleine Warzen sammeln, wovon jede in einen Ast des Harn-

leiters eingesenkt ist. Auf der Oberfläche der Nieren bemerkt man kleine Windungen, wie auf der Oberfläche des Gehirns oder wie die an einander liegenden Ränder eines sehr gekräuselten Blattes. Diese Windungen entstehen durch die schichtweise Ausbreitung der zur Oberfläche auftauchenden Harnkanälchen. In diesen Windungen liegen die Harnkanälchen parallel neben einander; man kann sich diese Anordnung so vorstellen, wie wenn ein Tuch nach einer Seite hin in die Spitze einer Pyramide zusammengefasst wird, während das andere Ende des Tuchs wie eine Gardine oder eine Halskrause in gekräuselte Falten gelegt ist. Bei der ersten Entstehung der Niere sieht man diese Bildung noch deutlicher, indem die aus der Tiefe aufstrebenden Schichten der Harnkanälchen sich in gekräuselten Figuren auf der Oberfläche der Niere neben einander legen und den Falten einer Krause in der That sehr ähnlich sehen; a. a. O. Tab. XIII. Fig. 4. 5. 6. Beim erwachsenen Vogel, wo sich die Harnkanälchen mit Hülfe der Luftpumpe durch Leim und Zinnober injiciren lassen, liegen die Enden der Harnkanälchen auf der Oberfläche der Nieren in wunderschöner Anordnung neben einander. Jedes dieser Kanälchen treibt federförmig kleine Zweige nach den Seiten aus, so dass jedes Harnkanälchen einem Federchen, oder auch der Verzweigung des Hirschgeweihes ähnlich sieht. Siehe Tab. XIII. Fig. 7. 9. 13.

Huschke's und meine Beobachtungen haben dieses Verhalten ermittelt. Nach neuen Beobachtungen, die ich an ausserordentlich schönen Injectionen vom Prof. Retzius in Stockholm angestellt habe, setzen sich die Seitenzweigelchen noch weiter in die Tiefe fort, wo sie keine Aeste weiter abgeben und allmählig kaum etwas feiner werden. Wie sie zuletzt endigen, weiss ich nicht gewiss; wie es scheint, bilden sie Schlingen. Die Harnkanälchen haben auf der Oberfläche der Nieren der Eule einen Durchmesser von 0,00174 p. Z. Vergleiche über den Bau der Vogelnieren Huschke, *Isis* 1828. pag. 565.

Bei dem Embryo der Säugethiere und des Menschen besteht die Niere aus mehreren ganz abgesonderten Lappen (*Renculi*), welche bloss durch die Zweige des Nierenbeckens zusammenhängen. Dieser Renculi sind so viele, als die Niere später Pyramiden hat. Bekanntlich bleiben diese Renculi in grosser Anzahl bei mehreren Thieren durchs ganze Leber getrennt, wie beim Bären, der Fischotter und den Cetaceen. Sowohl bei diesen Thieren, als bei dem Fötus der übrigen Säugethiere und des Menschen besteht jeder Renculus aus der pyramidalischen Marksubstanz und der wie eine Mütze um die abgerundete Basis derselben herumgeschlagenen Corticalsubstanz, welche die Medullarsubstanz, also bis auf die Papille des Renculus umgiebt. Nachdem diese Renculi unter einander verwachsen sind, setzt sich also nothwendig die Corticalsubstanz der Nieren zwischen die Pyramiden bis gegen die Papillen hin fort. In der Marksubstanz verlaufen die Harnkanälchen bekanntlich gestreckt; von der Basis bis gegen die Papille hin verbinden sie sich von Stelle zu Stelle, je zwei mit einander, wie die Zinken einer Gabel. Sie werden

gegen die Papille hin beim Pferde unbedeutend, beim Menschen, nach WEBER, nicht einmal weiter und öffnen sich in den Löcherchen der Papillen. Gegen die Corticalsubstanz hin fahren die Harnkanälchen aus den Bündeln (*Ferrein'sche Pyramiden*), welche die Malpighi'schen Pyramiden zusammensetzen, nach allen Richtungen auseinander. Nur eine kleine Strecke setzen sich die Büschel der gestreckten Kanälchen in die Corticalsubstanz fort, indem diese Büschel von Harnkanälchen von aussen nach innen immer mehr Harnkanälchen, gewunden in die Rindensubstanz, abweichen lassen. Siehe J. MUELLER a. a. O. Tab. XIV. Fig. 4. vom Eichhörnchen. Die ganze Rindensubstanz besteht aus lauter Windungen von Harnkanälchen, die ihren Durchmesser nun nicht weiter verändern. Bei dem Pferde ist die Rindensubstanz dünn und die Zahl der gewundenen Kanäle daher viel geringer. Die Enden der gewundenen Harnkanälchen aufzufinden ist ungemein schwierig. Nach meinen Beobachtungen an den Nieren des Eichhörnchens theilen sich zuletzt die Kanälchen mehrfach, und hören mit nicht oder kaum angeschwollenen Enden auf. WEBER fand beim Menschen bei mikroskopischen Untersuchungen keine Enden der Harnkanälchen, sondern nur Schleifen. Beim Pferde habe ich durch Injectionen der Harnkanälchen vom Ureter aus mittelst der Luftpumpe ganz deutlich ermittelt, dass diese Kanäle vielfach unter einander anastomosiren. Tab. XV. Fig. 2. Nach KRAUSE's Untersuchungen kommen blinde Enden der Harnkanälchen und Anastomosen zugleich vor, wie es auch bei den Samenkanälchen der Fall ist. Hiernach verhalten sich also die gewundenen Harnkanälchen durch ihre Anastomosen gerade so, wie die gewundenen Samenkanälchen. Um diese Kanälchen der Rinde zu injiciren, muss man sich der Hülfe der Luftpumpe bedienen, indem die äussere Oberfläche der Niere dem luftleeren Raum ausgesetzt ist, und die Injectionsmasse durch den Druck der äussern Luft aus dem Ureter in die Harnkanälchen bis auf die Oberfläche der Nieren hineingetrieben wird. Diese Injectionsart, welche zu diesem Zweck HUSCHKE zuerst angewendet hat, gelingt nur bei dem Pferde vorzüglich. Was den Durchmesser der Harnkanälchen betrifft, so betragen sie in der Rinde der Nieren des Eichhörnchens 0,00149 p. Z.; sind also ungefähr 3 bis 6 Mal so dick, als die feinsten Blutgefässe. Auf der Oberfläche der Nieren des Pferdes betragen die Harnkanälchen im injicirten Zustand 0,00137 bis 0,00182; in der Medullarsubstanz betragen sie gegen die Mitte derselben schon beträchtlich mehr, nämlich 0,00489 und gegen die Papillen hin 0,01305 p. Z. Nach E. H. WEBER nehmen diese Kanäle von ihren Windungen in der Rinde gegen das Mark und von dort bis an die Papillen beim Menschen gar nicht einmal an Umfang zu. In der Rindensubstanz betragen sie nach ihm 0,00180 p. Z. Durchmesser, in den Pyramiden 0,00160 p. Z., an der Papille 0,00100 p. Z.

Von ganz besonderem Interesse ist das Verhältniss der Blutgefässe zu der Nierensubstanz. In der Rinde der Nieren bilden die Blutgefässe die gewöhnlichen Capillargefässnetze, welche ausserordentlich dicht sind, so dass der Durchmesser nur einige Mal kleiner ist,

als ihre Zwischenräume; sie betragen hier nach meinen Ausmessungen 0,00037 bis 0,00058 p. Z. Durchmesser. In der Rinde zwischen den Harnkanälchen liegen die Malpighi'schen Körperchen, grösser als die Harnkanälchen und eben noch mit blossen Augen erkennbar; sie sind von Schumlansky viel zu klein abgebildet. Sie messen nach meinen Beobachtungen 0,00700; nach E. H. Weber 0,00666 bis 0,00883 p. Z. Diese Körperchen liegen in bläschenförmigen Aushöhlungen des Zellgewebes zwischen den Harnkanälchen und bestehen ganz aus Windungen von Blutgefässen. Siehe Tab. XIV. Fig. 8. 9. Merkwürdiger Weise kommen sie auch in den Nieren der mehrsten, vielleicht aller Wirbelthiere vor; sie sind bei den Fröschen, Kröten, Salamandern, Schildkröten, Vögeln, Säugethieren und Menschen aufgefunden. Schumlansky hatte die Hypothese eingeführt, dass diese Glomeruli die Quelle der Harnabsonderung seyen, indem aus ihnen die Harnkanälchen entsprängen. Diess hat sich bei näherer Untersuchung als unrichtig gezeigt, wie sich aus Huschke's und meinen Beobachtungen ergiebt. Denn die Glomeruli seu corpora Malpighiana lassen sich nur von den Arterien aus injiciren, werden aber nie nach Injectionen der Harnkanälchen angefüllt. Huschke hat überdiess beim Salamander beobachtet, dass das Blutgefässchen, welches in sie hineintritt, nach vielen Windungen wieder aus denselben herausgeht. Tiedemann *Zeitschrift für Physiol.* 4. Tab. 6. Fig. 8. Sie werden übrigens eben so leicht von den Arterien als von den Venen aus angefüllt, und sind überhaupt blosse Receptacula des Bluts.

Die Quelle der Harnabsonderung sind die gewundenen Harnkanälchen selbst, welche nicht bloss an ihren Enden, sondern an der ganzen ungeheuren Oberfläche, welche ihre Windungen darbieten, die in Harn verwandelten Theile des Bluts ausscheiden. Sie sind überall von den feinsten Blutströmchen umgeben, indem die Netze der Capillargefässe in ihren Zwischenräumen überall hingehen und sie umweben. Die aufgelösten Theile des Blutes können durch die zarten Wände der Harnkanälchen durchdringen, und bei diesem Durchdringen eine chemische Veränderung erleiden, oder die zersetzten Theile desselben angezogen und ausgeschieden werden.

In der Marksubstanz verlaufen die Blutgefässe zwischen den Harnkanälchen gestreckt gegen die Papillen hin, indem sie von der Rinde kommen. Diese von den Arterien und Venen aus leicht zu injicirenden Gefässe der Marksubstanz sind in früherer Zeit von den Anatomen fälschlich für die von den Arterien aus injicirten Bellini'schen Harnkanälchen gehalten worden, in welche die in die Arterien injicirten Flüssigkeiten nicht übergehen. Jene gestreckten Arterien und Venen werden gegen die Papillen der Nieren hin, statt sich wie die Harnkanälchen zu erweitern, vielmehr fein und bilden die gewöhnlichen Capillargefässnetze um die Oeffnungen der Harnkanälchen. Beim Hunde betragen diese gestreckten Arterien der Pyramiden 0,00175—0,00068 p. Z. im Durchmesser, in der Nähe der Papillen, wo sie Netze bilden, 0,00012 p. Z.

Vergleicht man die Harnkanälchen mit den Samenkanälchen des Hodens, so zeigt sich die grösste Aehnlichkeit; auch jene sind gewunden und bilden Anastomosen, unterscheiden sich von diesen nur durch ihre grössere Feinheit, indem sie beim Menschen einige Mal dünner sind als die Samenkanälchen, und daher mit blossen Augen nicht mehr gesehen werden. Bei den Schlangen sind sie dagegen schon so gross, dass man sie mit blossen Augen sieht, und eben so bei den Rochen und Haien. Erst durch ihre Feinheit und Anhäufung bilden sie den Anschein von fester Masse, wie ihn die Rinde dem nackten Auge darbietet.

G. *Hoden.* Bei den Insekten ist die Bildung des Hoden unendlich mannigfaltig. Der Grundtypus ist Vermehrung der Fläche, welche absondert, im kleinen Raume. Die Formen sind hier so überaus reich, als die Ausbildung einer grossen Fläche im kleinen Raume mannigfaltig ist. Siehe Leon Dufour *Ann. des sc. nat. Tom. VI. Septbr. u. Octbr.;* Suckow in Heusinger's *Zeitschrift für organ. Physik. Tom. II.* Man findet daher bald einfache, unverzweigte, mehr oder minder gewundene Röhren, bald knäuelförmig aufgewickelte Röhren; in anderen Fällen endigen die Röhren verzweigt in Bläschen oder wirtelförmig, oder in sternförmige Anhäufungen von Blinddärmchen. Zuweilen stellt der Hoden einen Haufen bürstenförmig verbundener Blinddärmchen vor; zuweilen ahmen die Röhrchen einem Pferdeschweif nach; auch kommt es vor, dass die Röhrchen schlingenformig sich mit einander verbinden, wie ich es an den Hoden der Scorpione gefunden habe. Die Absonderung geschieht also nothwendig hier nur auf der innern Fläche dieser Röhrchen, Blinddärme, Kapseln und die Natur erreicht denselben Zweck in einem einfachen, sehr langen Kanale, wie in kürzern verzweigten Röhrchen oder Anhäufungen von Blinddärmchen. Unter den Mollusken ist der Hoden ebenfalls sehr mannigfaltig, doch lässt er sich grösstentheils auf die Traubenform und die büschelförmigen Anhäufungen von Blinddärmchen reduciren.

Bei den Fischen finden sich zwei Modificationen der Bildung der Hoden vor; entweder bestehen sie nämlich aus verzweigten Röhren, wie beim grössten Theil der Fische (siehe Tab. XV. Fig. 7. von Clupea alosa), oder sie sind körnig. Im letztern Fall giebt es keinen Ausführungsgang des Hodens. Der Same wird im Innern dieser Körner gebildet, gelangt durch Zerplatzen dieser Körner wahrscheinlich in die Bauchhöhle, wie auch die Eier einiger Fische in die Bauchhöhle fallen, und aus der Bauchhöhle durch eine oder zwei, in diesem Fall vorkommende Oeffnungen nach aussen. So z. B. verhält es sich beim Aal und bei der Pricke nach Rathke's Beobachtungen, welche eine einfache Oeffnung der Bauchhöhle haben und bei welchen eben so die Eier nach aussen gelangen. Derselbe Bau findet sich nach meinen Beobachtungen in Hinsicht der Hoden bei den Haifischen und Rochen, welche zwei Oeffnungen der Bauchhöhle haben. Was man früher für Nebenhoden und Ausführungsgang des Hoden gehalten hatte, jenes aus gewundenen Kanälen und einem starken Ausführungsgang bestehende Organ, steht nämlich in keinem Zusammenhange

mit dem körnigen Hoden und ist eine Drüse eigener Art. Siehe J. Mueller in Tiedemann's *Zeitschrift für Physiol. IV. de glandul. penit. structura.* Tab. XV. Fig. 8. Auch beim Stör sind die Hoden körnig. Die Weibchen der Rochen und Haifische besitzen übrigens die Oeffnungen der Bauchhöhle, obgleich die Eier bei ihnen nicht in die Bauchhöhle fallen, sondern durch den Eierleiter nach aussen gelangen.

Die Hoden der nackten Amphibien sind noch ohne Nebenhoden, indem die Vasa efferentia sich ohne Weiteres zu dem Ductus deferens verbinden; sie bestehen übrigens aus kurzen blinden Röhrchen; bei den beschuppten Amphibien beginnt der Nebenhode aus den Windungen der Vasa efferentia und des Samenkanals selbst. Ueber den Bau des Hoden bei dem Menschen haben in neuerer Zeit die Untersuchungen von Astley Cooper (*Ueber die Bildung des Hoden. Weimar* 1832.) und besonders von A. Lauth (*Mém. de la Société de l'hist. nat. de Strasbourg. Liv. II.*) und Krause (Muell. *Arch.* 1837. 20.) weitere Aufschlüsse gegeben. Nach Cooper werden die Läppchen des Hoden nicht bloss durch die von der Albuginea ausgehenden Scheidewand-artigen Fortsätze geschieden, sondern auch noch einzeln durch ein überaus feines Häutchen eingeschlossen. Die Samenkanälchen haben sämmtlich die Richtung gegen das Rete testis. Man kann sie gleichsam als einen Kegel vorstellen, dessen Spitze an dem genannten Orte liegt; auch ist jedes Samenkanälchen so gelagert, dass es durch die Abnahme seiner Windungen gegen das Rete testis gleichsam einen Kegel bildet. Krause fand zwischen 404 und 484 Läppchen im Hoden. Die Samenkanälchen haben alle denselben Durchmesser. Er beträgt nach Lauth $\frac{1}{150}$ bis $\frac{1}{220}$ Zoll, im Durchnitt $\frac{1}{183}$ Zoll; ich habe ihren Durchmesser auf 0,00470 p. Z. angegeben. Injicirt betragen sie nach Lauth im Durchschnitt $\frac{1}{147}$ Zoll, nach mir 0,00945 p. Z. Mit Samen gefüllt haben sie nach Krause 0,00666, leer und bei Greisen 0,00521 Zoll im Durchmesser. Die Läppchen bestehen nach Lauth bald aus einem, bald aus zwei, bald aus mehreren Samenkanälchen. Lauth berechnet die Zahl der Samenkanälchen auf 840, und die Länge von einem auf 2 Fuss 1 Zoll. Ich hatte schon Enden der Samenkanälchen bei Säugethieren aufgefunden, wo diess bei den Nagethieren, wegen der Grösse der Samenkanälchen, weniger schwer ist. Lauth hat nur einmal ein geschlossenes Ende eines Samenkanälchens im Hoden des Menschen bemerkt. Krause hat die blinden Enden öfter beobachtet, und sowohl diess Verhalten als die Anastomosen constatirt. Dieses seltene Erscheinen der blinden Enden kommt nach Lauth davon her, dass die Samenkanälchen zuletzt sich schlingenförmig mit einander verbinden. Die Theilungen und Vereinigungen der Samenkanälchen sind nach Lauth so häufig, dass er auf einer entwickelten Portion, deren Kanälchen circa 45 Zoll zusammen an Länge betrugen, gegen 15 Anastomosen auffand; diese Anastomosen finden jedoch nur gegen das Ende der Samenkanälchen statt. Die Beobachtung dieser Anastomosen ist ganz neu. Da diese Kanälchen übrigens überall einen gleichen Durchmesser behalten,

da sie theils durch ihre blinden Enden, theils durch ihre Anastomosen geschlossen sind, so darf man sich die Absonderung des Samens nicht an den Enden desselben, sondern in ihrer ganzen Ausdehnung denken. An eine Communication der feinen Arterien mit Enden der Samenkanälchen ist ohnehin nicht zu denken. Die Samenkanälchen sind 15 Mal dicker als die feinsten Arterien, und die feinsten Blutgefässe verzweigen sich nur auf den Wänden der Samenkanälchen. Wenn die Vasa seminifera bis auf eine oder zwei Linien Entfernung zum Rete testis gelangt sind, so hören ihre Windungen auf; mehrere vereinigen sich in ein Kanälchen, und so gehen die Ductuli recti in das Rete testis über. Dieser geraden Kanälchen sind nach Lauth jedenfalls mehr als 20, wie Haller annahm; ihr Durchmesser ist stärker, wie der der Samengefässe, im Durchschnitt $\frac{1}{108}$ Zoll. Das Rete testis nimmt einen grossen Theil des obern Randes des Hodens ein; es fängt dort ein wenig nach aussen von der Extremitäs interna an und dehnt sich bis zum äussern Dritttheile des obern Randes aus; es liegt in der Dicke der Albuginea, 6 bis 11 Linien lang, und bildet nach innen einen weissen Vorsprung der Albuginea. Die Höhe dieses Vorsprungs oder des Corpus Highmori beträgt 2 bis 4 Linien, seine Basis 3 bis 5 Linien. Das Rete testis besteht aus 7 bis 13 Gefässen, welche wellenförmig verlaufen, sich unter sich vereinigen und wieder theilen und alle unter sich zusammenhängen. Diese Gefässe haben $\frac{1}{150}$ bis $\frac{1}{180}$ Zoll Durchmesser. Die Vasa efferentia, welche aus dem Rete testis in den Kopf des Nebenhoden treten, sind anfangs grade, fangen aber bald an sich zu winden, so dass jedes der Kanälchen die Figur eines Conus annimmt, dessen Spitze mit dem Rete testis und dessen Basis mit dem Kopf der Epididymis zusammenhangen. Nach Lauth wird dieser Kanal gegen die Epididymis zu enger; anfangs haben sie $\frac{1}{164}$, zuletzt $\frac{1}{156}$ Zoll Dicke; die Zahl der Vasa efferentia ist 9 bis 30, sie haben 7 Zoll 4 Linien Länge. Der Kanal des Nebenhoden nimmt diese Gänge nach einander auf, nach Lauth's Berechnung in einer Entfernung von 3 Zoll zwischen je zweien. Die mittlere Länge des Kanals des Nebenhoden beträgt nach Lauth's Berechnung 19 Fuss 4 Zoll 8 Linien. Das Vasculum aberrans findet sich gewöhnlich an dem Winkel, welchen der Ductus deferens bildet, indem er sich gegen den Nebenhoden anlehnt. Meistens verbindet es sich mit dem Ende des Kanals des Nebenhoden, seltener mit dem Anfange des Ductus deferens. Selten finden sich mehrere Vasa aberrantia. Dieser Appendix hat eine gelbliche Farbe. Die Länge des entwickelten Kanals beträgt $1\frac{1}{2}$ bis 13 Zoll. Die Verbindungsstelle des Kanals mit dem Nebenhoden ist immer dünner als der übrige Theil und viel dünner als der Kanal des Nebenhoden. Gegen sein blindes Ende zu wird er allmählig dicker, zuweilen, nachdem er sich erweitert hat, zuletzt ausserordentlich fein; offenbar ist dieses Gefäss zur Absonderung eines Saftes in den Nebenhoden bestimmt. Ob dieser Kanal mit dem Wolff'schen Körper des Fötus in einer Beziehung steht, ist unbekannt. Sehr selten ist dieser Kanal verzweigt.

Nachdem nun der Bau der absondernden Organe im Einzelnen dargestellt worden, lassen sich allgemeine Resultate über den Bau der Drüsen zusammenfassen.

I. Die vorhergehenden Untersuchungen über den innern Bau sämmtlicher Drüsen, welche in der Thierwelt und bei dem Menschen auftreten, zeigen, dass, so mannigfaltig die Bildung ihrer Elementartheile ist, alle doch sammt und sonders dasselbe Bildungsgesetz verfolgen und von dem einfachsten unverzweigten Folliculus bis zu den zusammengesetzten Drüsen eine ununterbrochene Bildungsreihe darstellen.

II. Es lässt sich zwischen den Absonderungsorganen der wirbellosen Thiere und der Wirbelthiere keine Grenze ziehen, und die einfachsten Schläuche und röhrenförmigen Secretionsorgane der Insekten wiederholen sich nicht allein bei den hoheren Thieren, sondern gehen durch die Thierwelt offenbar in die Drüsen der höheren Thiere über. Die Milchdrüsen des Schnabelthiers, die einfachsten Speicheldrüsen der Vögel, die prostatischen Drüsen vieler Säugethiere, das Pankreas der meisten Fische, sind so einfach wie die Absonderungsorgane der Crustaceen.

III. Alle Drüsen bieten im Inneren nur eine grosse Fläche der Absonderung dar und es giebt gar viele Arten innerer Bildung, durch welche die absondernde Fläche im kleinsten Raume vermehrt wird. Die Natur zeigt hierin, wie überall, einen unendlichen Reichthum der mannigfaltigsten Bildungen, ohne die einfachen Gesetze der Entwickelung zu verlassen. Wunderbar sind die Formen, durch welche sie bei den Insekten die samenabsondernden Röhren in fast vegetabilischem Character verändert, aber noch viel wunderbarer ist ihre Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der zusammengesetztesten Drüsen bei den höheren Thieren; allein alle Drüsen haben das gemein, dass sie nur auf Entwickelung des Ausführungsganges zu inneren Höhlen oder Kanälen mit geschlossenen Enden beruhen. Die Malpighi'sche Ansicht von dem Bau der Drüsen ist daher allerdings die richtigere, und diese Wahrheit ist durch die neueren Untersuchungen über allen Zweifel erwiesen; aber Malpighi kannte die Elementartheile der Drüsen nicht; nicht, was er für Folliculi in den zusammengesetzten Drüsen hielt, sind diese Elementartheile, sondern diese problematischen Folliculi bestehen aus einer grossen Anzahl viel kleinerer Theile, welche den Verzweigungen der Ausführungsgänge aufsitzen; auch sind Folliculi nicht immer die letzten hohlen Enden der Drüsen, sondern diese sind bald langgezogene Blinddärmchen, bald ästige und fiederförmig vereinigte Kanäle mit geschlossenen Enden, bald hohle Träubchen, bald grosse gewundene Röhren, welche ihren Durchmesser durchgängig beibehalten, und in mannigfachen Verbindungen zusammentreten; aber das ist richtig, was die Hauptsache der Malpighi'schen Ansicht war, dass alle letzten Verzweigungen der Ausführungsgänge geschlossen sind. Diess hatten bereits Mascagni und Cruikshank durch Quecksilberinjection von den Milchdrüsen des Menschen, E. H. Weber von den Speicheldrüsen des Menschen und der Vögel und dem Pankreas der letzteren



ebenfalls durch Quecksilberinjectionen, Rathke von den Harnkanälen der niederen, Huschke von den Harnkanälen der höheren Wirbelthiere gezeigt. Wir haben diesen Beweis durch alle Formen der Drüsen durchgeführt, von den einfachen Hautbälgen an, von den Intestinaldrüsen, von den aussondernden Drüsen, von den prostatischen und Cowper'schen Drüsen, welche entweder aus Blinddärmchen oder aus blinden Röhrchen oder aus Bläschen bestehen. Wir haben die Läppchen der Milchdrüsen des Kaninchens von den Milchgängen aus bis in die bläschenförmigen Enden der Ductus lactiferi vollständig aufgeblasen und dieselben beim Igel und Hunde mit Quecksilber gefüllt, was Mascagni und Cruikshank schon beim Menschen gethan hatten. Wir haben die Thränendrüse der Gans und des Pferdes vollkommen bis in die bläschenförmigen Enden der Kanäle mit Quecksilber gefüllt, wir haben die büschelförmigen Röhrchen in der Thränendrüse der Riesenschildkröte erwiesen.

Wir zeigten die zellige Substanz in den Speicheldrüsen von Murex tritonis, die blinden Enden der Kanäle in den Giftdrüsen der Schlangen, den zelligen Bau in den Speicheldrüsen der Schlangen. Die Speicheldrüsen der Vögel haben E. H. Weber und ich mit Quecksilber gefüllt. Wir haben die fortschreitende Entwickelung der Speichelkanäle in den Speicheldrüsen des Säugethierembryo durch eine Reihe von Beobachtungen verfolgt und überall die blinden und zuletzt bläschenförmigen Enden der Kanäle beobachtet. Weber hat die Zellchen der Parotis des Menschen, und ich die des Hundes mit Quecksilber gefüllt. Wir haben den Uebergang der pankreatischen Blinddärme der Fische in ein zelliges Pankreas durch eine ganze Reihe von Mittelstufen dargestellt. Beim Embryo der Amphibien, Vögel und Säugethiere lassen sich die freien blinden Enden der Ductuli pancreatici beobachten, und bei der Gans gelingt die Quecksilberinjection der zelligen Enden und somit des ganzen Pankreas.

Die Leber der Krebse besteht meist aus Blinddärmchen oder Zellen. Wir haben gezeigt, dass man die traubenförmige oder spongiöse Leber der Mollusken', bis in die letzten Bläschen und Zellen, wie eine Lunge aufblasen kann. Wir bestätigten, was schon Harvey und Malpighi angedeutet hatten, dass die Enden der Gallenkanäle bei den Embryonen freie, stumpf und blind geendigte, mikroskopische Reiserchen bilden.

Die Beobachtungen von Huschke und mir erweisen die unabhängige Existenz der Harnkanäle bei allen Wirbelthieren. Diese Kanäle verzweigen sich nicht baumförmig, sondern behalten ihren Durchmesser in ihrem Verlauf bis in ihre blinden, nicht angeschwollenen, auch nicht verdünnten Enden, mögen sie nun gerade verlaufen oder sich durcheinander schlängeln und der Hodensubstanz ähnlich seyn. Diess beweisen unsere Beobachtungen an Fischen, Salamandern, Fröschen, Schlangen, Vögeln, Säugethieren, diess beweist der Augenschein mittelst einer einfachen Loupe, an den Nieren der Rochen und Schlangen, wo diese Kanäle ungemein stark sind und bei gleicher Grösse die grösste Aehnlichkeit mit den Samenkanälen darbieten. Diess

beweisen unsere Injectionen der Harnkanäle bei Vögeln und Säugethieren.

Die übereinstimmende Bildung des Hoden aus selbstständigen Kanälen war längst bekannt, und die Lungen können endlich, mit ihren blind geschlossenen Zellen, für eine ganze Reihe von drüsigen Organen den Prototypus abgeben.

IV. Acini, als *Drüsenkörner*, in dem hypothetischen Sinne der Schriftsteller giebt es eigentlich nicht; es giebt keine Verknäuelungen der Blutgefässe, aus welchen auf eine geheimnissvolle Art absondernde Kanäle entspringen sollen, welche Vorstellung man auch dabei habe; es giebt keinen unmittelbaren Uebergang der feinsten Blutgefässe in die Anfänge der absondernden Kanäle. Das System der absondernden Kanäle ist ganz eigenthümlich und in sich geschlossen, wie es von allen Formen der Drüsen erwiesen worden ist.

V. Was man als Drüsenkörner beschreibt, diese Acini sind nur die Haufen der Enden der absondernden Kanäle, selbst oft Aggregate und Träubchen kleiner mikroskopischer Bläschen, die sich mit Quecksilber füllen und häufig sogar aufblasen lassen. Wirkliche solide Körner giebt es nur in den Hoden einiger weniger Fische, deren Hoden keinen Ausführungsgang haben und wo die Samenkörner in die Bauchhöhle platzen und von hier aus durch eine Oeffnung ausgeführt werden.

VI. In vielen Drüsen, denen man fälschlich Drüsenkörner zugeschrieben hat, giebt es nicht einmal hohle oder bläschenartige Acini, sondern vielmehr bloss lange gewundene Kanäle von überall gleichem Durchmesser, wie in den Nieren, eben so wie in den Hoden und vielen anderen Drüsen; oder gerade Röhrchen, wie in der Thränendrüse der Riesenschildkrote, in den Cowper'schen Drüsen des Igels, in dem Hoden der Sepie, der Fische und der Frösche, in den Steissdrüsen der Vögel, in den Drüsen der Eierleiter bei den Rochen und Haien; oder Blinddärmchen, wie in der Leber der Krebse, in den Drüsen, welche die Cloake bei den männlichen Urodelen besetzen, in den prostatischen Drüsen vieler Säugethiere. Hohle Endbläschen (*Substantia acinosa*) giebt es allerdings in gewissen Drüsen von traubenförmiger Bildung der Elementartheile, wie in den Speicheldrüsen, im Pankreas, in den Milchdrüsen der meisten Säugethiere, in der Thränendrüse der Vögel und Säugethiere, in der Harder'schen Drüse, in der Leber der Mollusken u. s. w. Die Ausdrücke: *Substantia acinosa, acini* u. dgl. passen daher allerdings für eine gewisse Klasse von Drüsen, insofern *Acinus* ursprünglich *Träubchen* bedeutet. Allein diese Bedeutung ist durch die mannigfaltigen Hypothesen nach und nach in die falsche Bedeutung *Drüsenkorn,* körniges Wesen übergegangen; und da die Bezeichnung Acini nur für einige Drüsen, auch im richtigen Sinne des Wortes, passt, so ist es rathlich, bei dem Gebrauch dieses Wortes, dem sich so viele falsche Erklärungen und Hypothesen angehängt haben, sehr vorsichtig zu seyn.

VII. Es ist von allen Drüsen erwiesen, dass die Blutgefässe nicht in diese Elementartheile übergehen, dass die feinsten Blutgefässchen sich zu den Wänden jener hohlen Kanäle und ihren

Enden verhalten, wie zu jeder andern feinen absondernden Haut, z. B. der Schleimhaut der Lungenzellen. Sie öffnen sich nicht mit freien offenen Endigungen in den Anfängen der absondernden Kanäle und Höhlungen der Drüsen, sondern die Arterien gehen auf den Elementartheilen der Drüsen durch unendliche netzförmige feine Anastomosen in Venen über, wie wir an dem Bau der mehrsten Drüsen gezeigt haben.

VIII. So wie die absondernden Kanäle der Drüsen mit ihren blinden Wurzeln eigenthümlich und selbstständig sind, so bildet auch das Blutgefässsystem in jeder Drüse ein vollkommen in sich geschlossenes Ganze, durch den vollkommen geschlossenen netzförmigen Zusammenhang der baumförmigen Verzweigungen der Arterien und Venen.

IX. Man hat von einigen Drüsen früher einen Zusammenhang der lymphatischen Gefässe mit den Ausführungsgängen behauptet. Cruikshank u. A. füllten aus den Milchgängen der Milchdrüsen lymphatische Gefässe. Diess geschieht in der Regel nicht; die Milchdrüsen füllen sich, wie Mascagni zuerst zeigte, mit Quecksilber bis in ihre Endbläschen ohne allen Uebergang in die Lymphgefässe. Walter behauptete aus gewaltsamen Injectionen einen Zusammenhang zwischen Lymphgefässen und Gallenkanälen. Allein diese Gründe sind so wenig haltbar, als so mancher andere von gelegentlichen Uebergängen einer Injectionsmaterie aus einer Ordnung von Gefässen in eine andere, nach gewaltsamen Injectionen. Ueberhaupt könnte ein Zusammenhang der Lymphgefässe nur mit den stärkeren ausführenden Kanälen möglicher Weise stattfinden; denn die Lymphgefässe sind ja ausserordentlich stärker als die feinsten Elementartheile der Drüsen.

X. Das System der absondernden Kanäle, mit blinden hohlen Wurzeln selbstständig und geschlossen, ist als eine Efflorescenz des Ausführungsganges zu betrachten und bildet sich auch beim Embryo augenscheinlich aus einem zuerst astlosen Gang.

XI. Die baumförmigen Verzweigungen der Blutgefässe begleiten die aufkeimenden absondernden Gänge und legen sich mit ihrer peripherischen netzförmigen Auflösung über alle diese blinden Elementartheile hin, welche sie mit Blut tränken. So wie sich die innere Flächenbildung auf der einfachen ebenen Wand zum Blinddarm und verzweigten Blinddärmchen fortsetzt, so erhebt sich hinter und über dieser Efflorescenz die Gefässschicht der einfachen Wand, ein Process, der beim Hühnchen beobachtet werden kann. So entwickeln sich beide Systeme an einander aufsteigend, je mehr sich die einfache Wand in eine innere Flächenbildung complicirter ausbildet.

XII. Dadurch, dass die verzweigten Kanäle und Röhren, welche bei einfacherer Bildung unter den Insekten und Crustaceen und selbst bei höheren Thieren frei liegen, immer mehr durch neue Efflorescenz aneinanderrücken und sich decken, entsteht Parenchym. Dieser Entwickelungsgang ist bei den Embryonen augenscheinlich gemacht worden.

XIII. Die feinsten netzförmigen Blutgefässchen sind meist

viel dünner als die dünnsten Aeste der Ausführungsgänge oder Drüsenkanäle und ihre blinden Enden, selbst in den zusammengesetztesten drüsigen Eingeweiden. Die Elementartheile der Drüsen sind immer noch so gross, dass sie erst von den feinsten Blutgefässnetzen umspannt und umwebt werden können. Die Rindenkanäle der Nieren sind viel stärker als die feinsten Blutgefässe, wie durch alle Klassen der Thiere erwiesen worden ist. Bei den Speicheldrüsen der Menschen und der Säugethiere sind die feinsten Blutgefässe immer noch mehrmal dünner als die traubenförmig verbundenen, mit Quecksilber zu füllenden Endbläschen der Speichelkanäle. Eben so beim Pankreas, wie ebenfalls durch Injectionen erwiesen ist. Auf den Zellen der Harder'schen Drüse, der Thränendrüse und Speicheldrüsen der Vögel, die alle mit Quecksilber auf das Artigste injicirt werden können, verbreiten sich erst die feinsten Blutgefässchen, wie auf anderen zarten Häutchen, wie auf den Lungenzellen. Auf den Samenkanälen des Hodens verbreiten sich erst die Netze der feineren Blutgefässchen. Die Harnkanäle in den Nieren der Rochen sind aber nicht dünner als die Samenkanäle im Hoden des Menschen. Endlich zeigt die Entwickelungsgeschichte aller zusammengesetzten Drüsen diesen Unterschied an den noch frei liegenden Drüsenkanälen zur Evidenz.

XIV. Die Ausbildung der Drüsen in der Entwickelungsgeschichte des Embryo ist eine Wiederholung ihrer Ausbildung in der Thierwelt. Die vollkommensten und zusammengesetztesten Drüsen der höheren Thiere bestehen bei den Embryonen dieser Thiere zuerst nur aus den freien Ausführungsgängen, ganz ohne alle Zweige; aus diesen Kanälen, welche dann ganz mit den Absonderungsorganen der niederen Thiere übereinkommen, effloreseirt die Verzweigung immer weiter.

XV. Es giebt sehr viele Modificationen im innern Bau einer Drüse, wodurch sie die absondernde Fläche vermehrt; aber keine ist einer Drüse ganz eigenthümlich durch alle Thiere. Ganz verschiedene Drüsen können einen gleichen innern Bau haben, wie die Hoden und die Rindensubstanz der Nieren; gleiche Drüsen haben oft einen ganz und gar verschiedenen Bau bei verschiedenen Thieren, wie die Thränendrüse der Schildkröte, Vögel und Säugethiere. Die Speicheldrüsen sind bei den Vögeln nur verzweigte Gänge mit zelligen Vorsprüngen; bei den Säugethieren sind es Träubchen von Zellen, zu denen eine complicirte Verzweigung der Kanäle führt. Wie verschieden ist die innere Bildung der Leber in der Thierwelt, bald einfach blinddarmförmig, bald büschelförmig, bald traubenförmig, bald schwammig, bald aus verzweigten Kanälen, mit gefiederten Elementarreiserchen endigend! Wie unendlich mannigfaltig die Bildungen der Samenkanälchen im Hoden! Nur die Nieren behaupten in ihrer Bildung durch alle Klassen das Constante, dass sie aus unverästelten, nicht baumförmig vertheilten Kanälen, sondern durchgängig aus langen neben- oder durcheinander liegenden Röhrchen bestehen, obgleich in der Ordnung dieser Röhrchen die grösste Verschiedenheit herrscht.

XVI. Die Drüsenbildung vervollkommnet sich nicht in der Thierwelt absolut, sondern in jeder Klasse der Thiere treffen wir rudimentäre Drüsen mit höchst einfacher Bildung, wenn diese Drüsen der Klasse zuerst zukommen; so einfach sind die Speicheldrüsen bei den Vögeln und Schlangen, und so erscheinen die Milchdrüsen des Schnabelthiers, die prostatischen Drüsen der Nager, das Pankreas der Fische, die Leber der niederen Thiere, selbst blinddarmförmig.

XVII. Die Substanz der Elementartheile der Drüsen ist durchgängig weiss, oder weissgraulich, oder weissgelblich, bei allen Drüsen, so verschieden die Secrete der Drüsen sind. Eine Uebereinkunft der Drüsensubstanz mit ihrem Secretum besteht nicht.

## Mikroskopische Messungen.

| | Par. Zoll. |
|---|---|
| Feinste Blutgefässchen oder Capillargefässe (nach E. H. Weber) = $\frac{1}{1000}$ — $\frac{1}{2000}$ Z. = | 0,00025 — 0,00050 |
| Dieselben in den Nieren nach meinen Messungen ......... | 0,00037 — 0,00058 |
| Dieselben in der Iris des Menschen ......................... | 0,00037 — 0,00047 |
| Dieselben in den Processus ciliares ......................... | 0,00053 |
| Kleinste Lungenzellchen beim Menschen (nach E. H. Weber) = 0,053 — 0,160 Lin. = | 0,00441 — 0,01333 |
| Cylinderförmige Blinddärmchen an den Lungen des Vogelembryo ............................................ | 0,00474 |
| Elementarbläschen der Milchdrüsen des säugenden Igels .... | 0,00712 — 0,00928 |
| Dieselben vom Hunde mit Quecksilber gefüllt .............. | 0,00260 |
| Zellen in den Speicheldrüsen der Gans, nach meinen Injectionen ............................................ | 0,00260 |
| Zellen der Parotis des Neugebornen (nach E. H. Weber's Injectionen) ............................................ | 0,00082 |
| Dieselben vom Hunde, nach meinen Injectionen .......... | 0,00187 |
| Zellen der Thränendrüse von der Gans, nach meinen Injectionen ............................................ | 0,00327 |
| Zellen des Pankreas der Gans, mit Quecksilber gefüllt ..... | 0,00137 — 0,00297 |
| Elementartheile der Thränendrüse der Riesenschildkröte ... | 0,00194 |
| Zellen der Harder'schen Drüse vom Hasen, nach meinen Injectionen ............................................ | 0,00776 |
| Elementarbläschen der Leber von Helix pomatia .......... | 0,00565 |
| Elementarreiserchen der Leber eines Heherembryo von 1 Z. Länge ............................................ | 0,00172 |
| Endreiserchen der Gallenkanälchen, auf der Oberfläche der Leber des Kaninchens, injicirt ......................... | 0,00108 — 0,00117 |
| Blinddärmchen der Wolff'schen Körper eines Vogelembryo | 0,00377 |
| Dieselben von einem andern Embryo ......................... | 0,00300 |
| Harnkanäle von Petromyzon marinus ......................... | 0,00324 |
| Harnkanäle der Nieren vom Zitterrochen .................... | 0,00469 |
| Harnkanäle der Schlangen, mit Quecksilber gefüllt ........ | 0,00232 |
| Enden derselben ............................................ | 0,00423 |
| Harnkanäle von der Eule, vom Ureter aus injicirt, an ihren Enden ............................................ | 0,00174 |
| Harnkanäle des Eichhörnchens (Rindenkanäle) ............ | 0,00149 |
| Rindenkanäle der Pferdenieren (vom Ureter aus injicirt) auf der Oberfläche der Nieren ................................ | 0,00137 — 0,00182 |
| Bellini'sche Röhren der Marksubstanz von Pferdenieren, vom Ureter aus injicirt, an den Papillen am stärksten ...... | 0,01305 |
| Dieselben von mittlerer Stärke (injicirt) .................... | 0,00489 |
| Dieselben auf Durchschnitten der Rinde am feinsten (injic.) | 0,00140 — 0,00188 |

| | |
|---|---|
| Dieselben in der Rinde der Nieren des Menschen, nach Weber | 0,00180 |
| Dieselben in den Pyramiden | 0,00160 |
| Malpighi'sche Körperchen der menschlichen Nieren | 0,00700 |
| Dieselben (nach E. H. Weber) | 0,00666 — 0,00883 |
| Gestreckte Arterien der Pyramiden des Hundes | 0,00068 — 0,00175 |
| Dieselben in der Nähe der Papillen, wo sie Netze bilden | 0,00042 |
| Samenkanäle eines jungen Hahnen | 0,00528 |
| Samenkanäle des Eichhörnchens | 0,01453 |
| Samenkanäle des Igels | 0,00970 |
| Samenkanäle des Menschen | 0,00470 |
| Dieselben mit Quecksilber gefüllt | 0,00945 |
| Röhren in den Steissdrüsen der Gans | 0,00990 |
| Reiserförmige Blinddärmchen oder Röhren von den Cowper'schen Drüsen des Igels | 0,01022 |
| Zellchen an den Meibomi'schen Drüsen des Menschen (nach E. H. Weber) | 0,00258 — 0,00633 |

Zellen der Harder'schen Drüse der Gans, mit Quecksilber gefüllt $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ Lin.

Zellen in den Speicheldrüsen von Murex tritonis $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{5}$ Lin.

Zellen der spongiösen Leber von Murex tritonis $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{4}$ Lin.

Man vergleiche die Messungen von Krause a. a. O.

## *III. Capitel.* Ueber den Secretions-Process.

### 1. Von den Ursachen der Absonderung.

Die Absonderung ist nur eine besondere Art der Verwandlung oder Metamorphose, welche die thierischen Säfte, das Blut bei dem Durchkreisen der Organe erleiden. Das Blut kreist in allen Organen in einem überaus feinen Netzwerk von Blutgefässchen aus den Arterien nach den Venen. Diese Netze sind allenthalben geschlossen, nirgends giebt es Enden der Gefässe, sondern allenthalben nur netzförmige Uebergänge der Arterien in Venen. Die feinsten netzförmigen Blutströmchen haben nur eine äusserst dünne, leicht durchdringliche Wand. Siehe oben pag. 216. Wo ein Strömchen entsteht (und neue Strömchen bilden sich immer wieder, wie Beobachtung beim Embryo und bei jungen Thieren lehrt), da entsteht eine Rinne in dem Bildungsstoffe, die mit den übrigen netzförmigen Strömchen in Communication tritt, und wenn sie im Anfang ohne dichtere Begrenzung ist, doch bald eine solche erhalten mag. Die Capillargefässwände aber, dem Auge ohnehin meist unerkennbar, sind so fein, dass eine freie Wechselwirkung der Substanz mit den Blutströmchen stattfinden kann. Die Substanz tränkt sich mit dem Blute, eignet sich dessen Bestandtheile an und verwendet sie auf die jedem Organe eigenthümliche Art.

Alle Absonderung aber geschieht auf Flächen, seyen es nun einfache Häute, wie die serösen Membranen und die Schleimhäute, oder sey es complicirte innere Flächenbildung in zellenhaften oder kanalförmigen Aushöhlungen der Drüsen.

Innerhalb der absondernden Häute gehen die Arterien wie überall durch ein Netzwerk der feinsten Blutgefässchen in Venen über; diess geschieht hier in der Fläche unzähliger netzförmiger Verbindungen. Die häutigen Wände tränken sich während des Durchgangs des Blutes durch die feinsten Gefässnetze mit den aufgelösten Theilen des Blutes, verwandeln es und lassen das Verwandelte, als Secret, auf der häutigen Fläche abfliessen.

Die complicirteste Drüse ist auch nur eine im kleinsten Raum construirte grosse Fläche, sie ist mit allen ihren inneren Gängen, Kanälen, jenen Röhren, oder Zellen, oder Blinddärmchen immer nur eine ungeheure flächenhafte thierische Grenze, auf welcher die Metamorphose des Blutes stattfindet.

Die Elementarröhren der Nieren, die Elementartheile der Leber, wie anderer zusammengesetzten Drüsen, sind in ihrem ganzen Verlauf von den feinsten Blutgefässnetzen umsponnen, haben zwischen sich nur dünnes Bindegewebe, welches die Drüsenkanäle verbindet und innerhalb welchem die feinsten Strömchen des Blutes stattfinden. Die Elementarkanäle, jene Träubchen, Röhrchen etc., werden also überall äusserlich von feinen Blutströmchen umspült, sie tränken sich mit diesem Blute, verwandeln es auf eigenthümliche Art, und lassen auch das Verwandelte nach innen gegen die Ausführungsgänge abfliessen. Diess ist der einfache Process der Absonderung, der sich von der Ernährung nur unterscheidet, dass das Verwandelte von häutigen Grenzen abfliesst.

Man hat früher die Absonderung in den Drüsen gegen alle Analogie auf die Enden der Drüsenkanäle oder auf jene hypothetisch so geheimnissvollen Acini verwiesen. Diess ist sehr unrecht, wie bereits E. H. Weber bemerkt; denn die Acini, in dem naturgemässen Sinne, dass es hohle Bläschen sind, existiren in den wenigsten zusammengesetzten Drüsen; die Elementartheile der Leber sind Reiserchen, die Elementartheile der Hoden und Nieren blosse Röhren von überall gleichem Durchmesser. Viele andere Drüsen haben büschelförmige Blinddärmchen am Ende der Kanäle ohne alle Endanschwellung. Unsinnig wäre es, hier zu sagen, der Samen, der Harn u. s. w. wird nur in den blinden Enden der Röhren abgesondert, die Galle nur am Ende der hohlen Reiserchen.

Einige zusammengesetzte Drüsen zeigen überdiess im Verlauf des Ausführungsganges überall dieselben Elementartheile, als Zellen wie die Speicheldrüsen der Vögel, die Thränendrüse derselben, die Meibomischen Drüsen des Menschen; oder Blinddärmchen, wie die Leber der Krebse und die Thränendrüse der Schildkröten.

In den Drüsen, welche aus zusammengesetzten Blinddärmchen bestehen, kann man endlich die Grenze der Elementartheile und der Ausführungsgänge gar nicht angeben.

Es ist also höchst wahrscheinlich, ja gewiss, dass die Absonderung auf der ganzen Continuität der Drüsenkanäle, also auf einer zusammenhängenden Fläche, geschieht.

Das Blut wird in den Drüsen wie in allen Organen durch die feinsten Verzweigungen der Arterien in ein überaus feines Netzwerk von Strömchen vertheilt, aus welchen es wieder in die Anfänge der Venen übergeht. Die Vasa exhalantia sind von den älteren Physiologen bloss desswegen erfunden worden, weil man die pag. 237 und 252 erläuterte Beschaffenheit der thierischen Gewebe nicht kannte, mit allem Aufgelösten sich zu tränken, und die Flüssigkeiten eben so leicht durch ihre porösen Wände an andere Theile abzugeben. Man muss sich also eine absondernde Fläche nur von den dichtesten Netzen der Capillargefässe durchzogen denken. Man weiss schon wie nahe diese Netze der Oberfläche einer von Epidermis unbedeckten Haut liegen; man weiss, dass ein Häutchen von der Dicke der Urinblase eines Frosches schon innerhalb einer Sekunde einen aufgelösten Stoff durch sich hindurch lässt, und da das zarte Häutchen der Darmzotten vom Kalb und Ochsen von 0,00174 p. Z. Dicke noch blutführende Capillargefässe enthält (siehe pag. 244), so kann man sich nach dieser Dicke einen Begriff von der Tiefe machen, welche aufgelöste Stoffe des Bluts zu durchdringen haben, um aus den oberflächlichsten Netzen der Capillargefässe hervorzudringen. Aus diesen Netzen der Capillargefässe dringen nun die aufgelösten Theile des Bluts mit Leichtigkeit in die Partikeln des specifischen Gewebes der absondernden Haut ein; hier werden sie chemisch verändert und dringen gegen die Oberfläche der absondernden Haut hervor. Die Kraft, durch welche das chemisch veränderte Secretum von der secernirenden Fläche abgestossen wird, ist hiermit noch nicht, sondern bloss die Möglichkeit des Durchdringens erklärt. Man kann diese bei manchen Secretionen so profuse Ergiessung wie so vieles Andere, nicht im Ernst von der Kraft des Herzens und dem Impuls des Blutes abhängig machen; diese mechanische Erklärung würde durchaus nicht ausreichen; ausserdem dass sie ohnehin bei den Absonderungen der Pflanzen wegfällt, wäre auch nicht einzusehen, wie die Absonderung sich unabhängig vom Herzen durch specifische örtliche Reize vermehrt. Nun fragt sich ferner, warum das specifisch veränderte Fluidum bloss nach einer Seite hin vordringt, und warum der Schleim nicht eben so leicht zwischen den Häuten des Darmkanals, als auf der innern Haut desselben abgeschieden wird? warum die Galle aus den Gallenkanälchen nicht eben so leicht durch die Oberfläche der Leber, als nach innen im Verlauf der Gallenkanälchen vordringen kann? warum der Samen nur auf der innern Fläche der Samenkanälchen und nicht auf der äussern Fläche derselben in die Zwischenräume dieser austritt? Diese Abscheidung des Secretums nach einer Seite der secernirenden Wände, nämlich ins Innere der secernirenden Kanäle und nicht nach aussen ist eines der grössten physiologischen Räthsel; man kann sich dasselbe auf zweifache Art hypothetisch lösen:

1. Indem man annimmt, dass jene die secernirenden Flächen durchziehenden Capillargefässnetze durch besonders construirte organische und gleichsam aushauchende Poren bloss nach der innern Fläche der secernirenden Kanäle offen stehen. Das

Schwierige dieser Ansicht liegt darin, dass man hierbei etwas nicht zu Erweisendes annehmen muss, und dass man dann wieder andere Poren an den zartesten Blutgefässen annehmen müsste, durch welche die zur Ernährung der absondernden Kanäle bestimmten Flüssigkeiten eindringen müssten.

2. indem man wahrscheinlicher annimmt, dass zwar durch blosse Imbibition oder allgemeine Porosität (sogenannte unorganische Poren) die flüssigen Stoffe aus den Capillargefässen in das Gewebe des secernirenden Organes sich verbreiten, dass aber die Oberfläche der secernirenden Kanäle die Elemente, die sie zu neuen Stoffen zu verbinden strebt, chemisch anzieht, und auf eine freilich unerklärliche Weise gegen die innere Fläche der secernirenden Haut oder der Drüsenkanälchen verändert abstösst. Vgl. Mascagni *Nova per poros inorganicos secretionum theoria vasorumque lymphaticorum historia iterum vulgata et parte altera aucta, in qua vasorum minimorum vindicatio et secretionum per poros inorganicos refutatio continetur. Auct. P. Lupi. Romae* 1793. Dass es hier nicht bloss auf Durchschwitzung, sondern auf Action der absondernden Wände ankommt, sieht man leicht ein, wenn man die Menge der durch eine gereizte Speicheldrüse abgesonderten Flüssigkeiten, die Plötzlichkeit und Menge der Thränen auf augenblickliche Wirkungen bedenkt.

So entblösst von Thatsachen eine solche Annahme von Anziehung und Abstossung auch ist, so ist sie doch nicht ohne Analogie in den physikalischen Erscheinungen, und es scheint, dass bei der Absonderung eine ganz ähnliche Kraft die Ausscheidung bewirkt, wie jene, welche bei der Resorption die Aufnahme in die Lymphgefässnetze oder Anfänge der Lymphgefässe bewirkt. Wunderbar, dass in verschiedenen Gewebetheilen einer und derselben Membran oft beiderlei Kräfte neben einander wirken, indem z. B. die Schleimbälge der Schleimhäute, welche absondern, von den anziehenden und aufsaugenden Lymphgefässnetzen dicht umher umgeben sind. Vergl. oben pag. 271.

Wollaston nimmt an, dass dei den Secretionen ein elektrischer Process stattfinde. Er nahm eine zwei Zoll lange, $\frac{3}{4}$ Zoll dicke Glasröhre, und verband das eine Ende derselben mit Blase; dann goss er Wasser in die Röhre, worin $\frac{1}{240}$ Kochsalz. Die Blase wurde äusserlich befeuchtet und auf ein Stück Silber gesetzt; nun wurde ein Zinkdraht durch das eine Ende mit dem Silber, durch das andere mit der Flüssigkeit in Berührung gebracht. Es erschien reines Natron an der äussern Fläche der Blase. Eberle gelang dieser Versuch nur bei einer stärkern galvanischen Action. Eberle, *Physiologie der Verdauung.* p. 137.

Die Eigenthümlichkeit und Verschiedenheit der Absonderungen hängt von keinem äusserlichen und mechanischen Grunde ab. Man hat sie in der verschiedenen Schnelligkeit des Blutlaufs in verschiedenen Organen gesucht, und diese verschiedene Schnelligkeit wäre selbst wieder zu beweisen. Man hat sie in dem verschiedenen Zustande der Blutgefässe, und ihren Theilungswinkeln gesehen. Aber die Blutgefässe verhalten sich in den Nieren fast wie in den Hoden, in den Speicheldrusen nicht viel anders als

in der Leber, wie an Lieberkühn'schen Präparaten zu sehen; sie bilden allenthalben netzförmige Anastomosen zwischen den feinsten Arterien und Venen. Man hat die Ursachen in der Verschiedenheit der Enden der Arterien gesucht, aber diese Enden existiren nicht; in dem verschiedenen Durchmesser der aufnehmenden Kanäle, und dennoch geschehen die verschiedensten und eigenthümlichsten Absonderungen auf ebenen Häuten. Alle diese Dinge, womit Haller sich viel zu lange aufgehalten hat, geben keine Erklärung, wenn sie auch stattfänden; sie sind unzureichende und unerwiesene Beweismittel. Und wie leicht waren alle diese mechanischen Difficultäten abzufertigen durch die einzige Frage: warum wird hier Gehirn, dort Muskel, dort Knochen gebildet; entsteht etwa das Gehirn auch durch veschiedene Winkel der Gefässvertheilung?

Die Eigenthümlichkeit der Absonderungen hängt auch nicht von dem innern Bau der Drüsen ab; denn jedes Secret wird in der Thierwelt bei dem verschiedensten Bau abgesondert, wie ich wohl zur Genüge erwiesen habe. Man denke an die Speicheldrüsen der Vögel und der Säugethiere, an die Leber der Krebse, Mollusken, Wirbelthiere, an die ausserordentliche Verschiedenheit in dem Bau der Hoden, in dem Bau der Thränendrüse bei den Schildkröten, Vögeln und Säugethieren. Ueberdiess haben die verschiedensten Absonderungen bei gleichem Bau der Drüsen statt. Die Rindenkanäle der Nieren unterscheiden sich von den Samenkanälen nur durch ihre grössere Feinheit. Milchdrüsen, Speicheldrüsen, Thränendrüsen haben eine durchaus gleiche Beschaffenheit.

Die Natur der Absonderung hängt daher allein von der eigenthümlichen specifisch belebten organischen Substanz ab, welche die inneren absondernden Kanäle der Drüsen bildet, und welche sich gleich bleiben kann bei der verschiedensten Architektonik der Drüsenkanäle, und ausserordentlich verschieden ist bei gleichem Bau der letztern. Die Verschiedenheit der Absonderung beruht daher auf demselben Grunde, wie die Verschiedenheit der Bildung und des Lebens in den Organen überhaupt. Der einzige Unterschied liegt nur darin, dass das verwandelte Blut in dem einen Fall dem Organe einverleibt wird, in dem zweiten aber über die Grenze desselben als Secret hinaustritt.

In der neuern Zeit hat sich von Seiten mehrerer Chemiker, namentlich durch Chevreul, die Ansicht geltend gemacht, dass alle Absonderungen ohne Umwandlung geschehen und dass das Blut alle Stoffe, welche sich in den Secreten vorfinden, bereits enthalte, dass dagegen den Secretionsorganen das Vermögen zukomme, vorzugsweise bald den einen, bald den andern aus dem Blute auszuziehen und in ihr Secret zu übertragen. Hierfür spricht, nach Gmelin, dass die Salze des Blutes und der Secrete ungefähr dieselben sind, dass in beiden Osmazom und speichelstoffartige Materie (?) vorkommt, und dass man im Blute bereits auch viele von denjenigen Stoffen gefunden hat, von welchen man früher glaubte, dass sie nur in den Secreten vorkommen, wie Käsestoff, Gallenfett, Talg, Oel, Oelsäure. In der That ist neuer-

lich die Existenz von Cholesterin im Blute von Boudet (*essai critique et experimental sur le sang. Paris* 1833) wieder bestätigt worden. Dennoch aber scheint mir jene Ansicht ein grosser Fehlgriff. Fürs Erste, weder Hornstoff, noch Schleim, noch Gallenstoff, noch Picromel, noch Samen, noch wirklicher Käsestoff, noch wahrer Speichelstoff und die giftigen Secreta finden sich im Blute; zweitens können Bestandtheile der Secreta durch Imbibition zufällig ins Blut gelangen, ohne dass diess ein Beweis von der Existenz derselben als Constituentia des Blutes wäre. Endlich wäre die Existenz aller Secrete im Blute gar keine Erklärung; denn es entsteht nun die viel schwierigere Frage, wie sie z. B. von pflanzenfressenden Thieren erzeugt werden. Es erleidet gar keinen Zweifel, dass die wahren Secreta durch die Secretionsorgane selbst eben so aus einfacheren Bestandtheilen des Blutes gebildet werden, wie es von den festen Theilen gewiss ist.

Der chemische Process der Absonderung ist gänzlich unbekannt. Die einfache zu erklärende Aufgabe ist, wie es kommt, dass die secernirenden Wände sich aus demselben Blute zugleich ernähren, das heisst ähnliche Theile anziehen und in sich verwandeln und auch wieder unähnliche Theile abstossen oder absondern. Denn das Secretum ist durchgängig von dem secernirenden Organe chemisch verschieden. Die Drüsensubstanz besteht in der Regel nur in einem ungeronnenen, nach der Zerkleinerung leicht von Wasser löslichen, Eiweiss. Ich fand die Elementartheile der Secretionsorgane immer grau, oder weissgrau, oder weissgelb; so sind sie selbst in der Leber beim Embryo weissgelbe Rispen und nur durch die blutigen Capillargefässnetze, welche dazwischen verlaufen, ist bei unbewaffnetem Auge das Ansehen braun. Gleichwohl ist das Secretum der Leber grün. Der Harn ist bei den eierlegenden Thieren weiss, dennoch ist die Substanz der Nieren ganz verschieden, und man erkennt den grossen Unterschied in den Nieren ganz junger, eben ausgekrochener Vögel, wo der weisse Harn die feinsten Harnkanälchen bis auf die Oberfläche der Nieren anfüllt und gleichsam injicirt. Berzelius fand bei Untersuchung der Nierensubstanz nicht die charakteristischen Bestandtheile des Harns; *Thierchemie* 319. Die Substanz der Leber enthält zwar nach den Untersuchungen fette, auch in der Galle vorkommende Bestandtheile, und verwandelt sich leicht krankhaft in Fett, aber die wesentlichen Bestandtheile der Galle hat man darin noch nicht gefunden. Braconnot (*Ann. de chim. et phys.* 10. 189) fand in 81 Proc. löslichen Theilen der Leber 6 stickstoffarme Materie, 20 Eiweiss, 4 eigenthümliches ölartiges, sehr phosphorhaltiges Fett. Kuehn (Kastner's *Archiv* 13. 337) hat aus der Leber ein Fett ausgezogen, das sich bestimmt von Cholesterin unterschied. Dann ist auch noch zu bemerken, dass es fast unmöglich ist, eine von Galle reine Lebersubstanz zu untersuchen. Bleiben wir indess bei den absondernden Häuten stehen; die äussere Haut enthält keinen Hornstoff, den sie doch absondert, das Gewebe der Chorioidea ist gereinigt ohne schwarzes Pigment.

Es ist also gewiss, dass das Secretum von dem Secernens chemisch verschieden ist, und dass die Secretion durch eine blosse Verflüssigung der schon vorhandenen Organtheile der Secretionsorgane nicht erklärt werden kann, dass vielmehr die secernirenden Wände, indem sie durch Ernährung Aehnliches anziehen, zugleich auch ein Verschiedenes abscheiden.

Bei der Ernährung anderer, nicht secernirender Organe, werden aus einem Theilchen Blut *a* durch das Organ die ähnlichen Bestandtheile angezogen, die unähnlichen in den Kreislauf zurückgegeben; bei der Secretion werden unähnliche nach aussen abgestossen.

Man könnte sich nun vorstellen, dass bei der Zerlegung eines Bluttheilchens *a* durch ein Secretionsorgan, die Zerlegung so vollständig und rein wäre, dass das, was an das Organ zur Ernährung übergeht, und das, was abgesondert wird, zusammengedacht, wieder Blut ausmachte? Drückt man ein Molecul Blut durch *a*, ein Molecul der Materie des Secretionsorganes durch $x$ aus, so wäre das Secret nach dieser Vorstellung $a - x$.

Ob diess richtig oder unrichtig ist, lässt sich jetzt gar nicht einmal untersuchen, daher ich mich denn auch durchaus nicht für jene Ansicht erklären, sondern sie als eine berücksichtigungswerthe Andeutung für fernere Untersuchungen hinstellen will. Jedenfalls passt diese an sich so einfache und deswegen blendende Ansicht schon nicht auf diejenigen Absonderungen, wodurch aus dem Blute etwas entfernt wird, was anderswo gebildet worden, wie die Absonderung des Harnstoffs.

Dass das Secret in dem Laufe durch die feinen, und oft sehr langen, Drüsenkanälchen noch weiter ausgebildet werde, lässt sich eher vermuthen als beweisen. Diess war man immer geneigt vom Hoden anzunehmen. Da indess die Länge der Harnkanäle nicht minder ist, der Harn aber bloss Excret ist und keiner Veredlung bedarf, so sieht man hieraus schon, dass man bei der Länge der Kanäle mehr die Grösse der absondernden Fläche, als die Veredlung des einmal Abgesonderten im Auge haben muss.

Die chemische Zusammensetzung der einzelnen Absonderungsflüssigkeiten ist bis jetzt für die Physiologie der Absonderung im Allgemeinen von wenig Interesse und nur für die Lehre von den Functionen, in welche die Secreta eingreifen, von Wichtigkeit; daher die Secreta unter den verschiedenen Abschnitten nachzusehen sind. Die allgemeiner vorkommenden Secreta sind bei den absondernden Häuten abgehandelt; als: Fett, Schleim, Serosität, Synovia; dagegen werden Galle, Speichel, Succus gastricus, pancreaticus bei der Verdauung, Harn und Schweiss bei den Ausscheidungen, Samen, Milch u. s. w. bei der Zeugung abgehandelt.

Ein wichtiger Gegenstand sind die mikroskopischen Kügelchen in gewissen Absonderungsflüssigkeiten, wie im Samen, in der Milch. In der Galle der Frösche fand ich überaus sparsame Körnchen, von ungleicher Form und Grösse, die grössten ohngefähr 5 Mal kleiner als die Blutkörperchen des Frosches, andere noch kleiner; der grüne Theil ist aufgelöst. Weber beschreibt auch Körnchen der Galle. Im Speichel fand ich überaus sparsame Körnchen;

Weber findet sie grösser als Blutkörperchen und durchsichtig; der grösste Theil der Speichelmaterie ist offenbar aufgelöst. So enthält auch der ganz durchsichtige Theil des Schleims nach Weber keine Körnchen, wohl aber die im Schleim vorhandenen Flokken. Meines Erachtens kann man den bei weitem grössten Theil der Materie des Speichels, der Galle, des Schleims so gut wie des Harns, als aufgelöst betrachten. Dagegen enthalten Samen, Milch, schwarzes Pigment und Eiter so viele Körnchen, dass dieselben zu den wesentlichsten Theilen derselben gehören müssen. Die Kornchen des schwarzen Pigments sind nach E. H. Weber ungleich und haben im Mittel 0,0015 p. Lin. oder $\frac{1}{8004}$ p. Z., sie sind daher ohngefähr halb so gross als die Blutkörperchen. In der Milch sind sie nach Weber sehr durchsichtig, rund, aber ungleich, im Mittel $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ Mal kleiner als die Blutkörperchen. Treviranus hält sie für Fettkügelchen, da sie nicht zu Boden sinken und das Licht stark brechen. Weber hält sie für zusammengesetzt aus Käse und Fett. Die Eiterkügelchen sind nach Weber rund und von $\frac{1}{3000}$—$\frac{1}{1500}$ p. Z., die meisten $\frac{1}{2400}$ p. Z., sie sind daher grösser und ohngefähr noch ein Mal so gross als Blutkörperchen. Alle diese Umstände beweisen, dass die in einigen Absonderungsflüssigkeiten vorkommenden Körnchen keine veränderten Blutkörperchen sind; die der Milch sind zu klein, die des Eiters zu gross dazu; letztere können nicht aus den Capillargefässen kommen, da sie selbst etwas grösser als die feinsten Capillargefässe sind. Ueberdiess ist eine Ausscheidung von Blutkörnchen im veränderten Zustande auch schon darum nicht möglich, weil damit die Zurückhaltung wirklicher Blutkörperchen unvereinbar wäre. Nach meiner Ansicht entstehen die Kügelchen der Milch, des schwarzen Pigments und des Eiters, indem der aufgeloste Thierstoff des Secretums, nach der Secretion, wie bei der Gerinnung des Eiweisses, zum Theil in Kügelchen sich formirt. Authenrieth erzählt folgende merkwürdige Beobachtung (*Physiol.* 2. 119.). Lässt man die wässrige Feuchtigkeit, welche nach abgewischtem Eiter aus der Oberfläche eines entzündeten Theils dringt, zwischen zwei durchsichtigen, feinen Talgblättchen in der Wunde liegen, so sieht man in ihr nach und nach feine, immer sich vergrossernde und undurchsichtig werdende Kügelchen sich bilden, aber diese nicht, wenn die Feuchtigkeit gänzlich aus der Atmosphäre lebender Theile entfernt wird. Auch Brugmans (*Diss. de pyogenia.* 114, Schroeder van der Kolk *observ. anat. path.* 21.) giebt an: dass, wenn eine eiternde Stelle abgespühlt worden, nun der Eiter als eine klare Flüssigkeit abgesondert und erst später dicker werde. Vgl. über diesen Abschnitt Wedemeyer, *über den Kreislauf des Blutes;* Doellinger, *was ist Absonderung? Würzburg* 1819.

#### 2. Vom Einfluss der Nerven auf die Absonderung.

Ueber den Einfluss der Nerven auf die Absonderungen ist man noch sehr im Dunkeln. Es ist hier zuerst der bekannte, von A. v. Humboldt an sich selbst angestellte, Versuch zu erwähnen, wo

er nämlich zwei Blasenpflaster auf die Schultergegend sich applicirte, die eine Wundstelle mit einer Silberplatte bedecken liess und mit einem Leiter von Zink die Kette schloss, worauf unter schmerzhaftem Brennen eine Flüssigkeit aus der Wunde floss, welche nicht mild und ungefärbt wie vorher, sondern roth gefärbt war und, wo sie herablief, den Rücken in blaurothen Striemen entzündete. (*Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser. I.* 324.) Auch Most (*Ueber die grossen Heilkräfte des Galvanismus.* 1823) will in der galvanischen Kette, wenn er mit dem positiven Pol an der Ohrspeicheldrüse, mit dem negativen in der Hand, 10 Minuten lang schloss, verstärkte Absonderung von Speichel gesehen haben, der weder alkalisch noch sauer reagirte. Directe Versuche über den Einfluss der Nerven auf die Absonderung sind noch wenige angestellt worden; doch weiss man, dass nach Durchschneidung des Nervus vagus die Absonderung des Magensafts aufhört. Tiedemann und Gmelin, *die Verdauung. I.* 340. Brodie (*Biblioth. de med. britt. Paris* 1814) zeigte durch eine Reihe von Versuchen, dass Arsenik nach Durchschneidung des Nervus vagus und sympathicus nicht die reichliche Absonderung im Magen und Darmkanal hervorbringt, welche man sonst findet. Die Absonderung der Schleimhaut in den Lungen wird ferner nach der Durchschneidung jenes Nerven verändert und daher sind jene schäumig-blutigen Exsudationen abzuleiten.

Ueber den Einfluss des Nervensystems auf die Urinabsonderung, welcher im Allgemeinen durch das den Nervenzufällen gewöhnliche Phänomen des wasserhellen, an den gewöhnlichen Bestandtheilen armen Urins erhellt wird, hat Krimer (*Physiol. Untersuchungen*) Versuche angestellt. Derselbe will die Nerven der Nieren durchschnitten und darauf die Absonderung des Urins untersucht haben, in welchem sich der Eiweiss- und Blutfärbestoff in demselben Grade vermehren sollen, wie die eigenthümlichen Bestandtheile des Urins sich vermindern. Nach Durchschneidung des Nervus vagus soll die Urinabsonderung fortgedauert haben; aber Rhabarber und blausaures Kali sollen nicht in den Urin übergehen, der ausserdem durch das in den Urin übergehende Blutserum specifisch schwerer werde, durch die Verbindung der durchschnittenen Nervenenden mit der Säule aber seine normale Beschaffenheit wieder erlange, und den Uebergang jener Substanzen zulasse. Nach der Durchschneidung des Rückenmarks in der Rücken- und Lendengegend werde der Urin wasserhell. Die Durchschneidung des sympathischen Nerven am Halse mache den Urin alkalisch und eiweissstoffhaltig; die Wirkung der voltaischen Saule stelle aber seine normale Beschaffenheit wieder her. Siehe Lund (*Physiologische Resultate der Vivisectionen neuerer Zeit. Kopenhagen* 1825 *pag.* 204), wo die Versuche von Krimer ausgezogen sind. Aehnliche Beobachtungen hat Brachet (*Recherches expériment. sur les fonctions du système nerveux ganglionaire. Paris* 1830. *pag.* 269.) durch Unterbrechung des Nerveneinflusses in den Nierennerven gemacht. Er durchschnitt die Nierenarterie eines Hundes, nachdem er sie vorher vor und hinter der Durchschnittsstelle zwei Mal unterbunden, und verband die

beiden Stücke der Nierenarterie durch eine eingebundene Kanüle, so dass die Nierennerven durchschnitten waren, ohne dass den Nieren der Zufluss des Blutes abgeschnitten war. Die hierauf innerhalb mehrerer Stunden aus dem Ureter aufgefangene Flüssigkeit war roth und theilte sich in fibröses Gerinnsel und Serum. Die Wiederholung dieses Versuchs gab dieselben Resultate. Dagegen hat die Durchschneidung der Nervi vagi keinen Einfluss auf die Urinsecretion.

Ich habe neulich mit Dr. Peipers über diesen Gegenstand eine Reihe von Versuchen angestellt. Wir unterbanden die Nierengefässe mit Ausschluss des Harnleiters bei Thieren (Schafen und Hunden) so fest, dass die damit einbegriffenen Nierennerven (wie die Nerven gewöhnlich durch die Ligatur) mortificirt werden mussten. Darauf lösten wir die Ligatur wieder, so dass die Circulation des Blutes wieder durch die Nieren stattfand. Der Harnleiter wurde nach aussen geleitet und ihm ein Röhrchen angebunden. In den meisten Fällen wurde darauf gar kein Harn mehr abgesondert, selbst in dem Fall nicht, nachdem dieselbe Operation auch an der zweiten Niere eines Schafes gemacht worden, wo man aber die Ligatur, um die Absonderung auf dieser Seite unmöglich zu machen, liegen liess. Nur in einem einzigen Falle (Schaf) dauerte die Absonderung fort, wurde blutig und Hr. Wittstock fand in dem Secret, ausser den Bestandtheilen des Blutes, Hippursäure (Harnbenzoesäure). Merkwürdig war die in diesen oft wiederholten Versuchen sich immer einstellende Erweichung des Gewebes der Nieren nach jener Mortification der Nerven. Siehe Peipers *de nervorum in secretiones actione. Berol.* 1834.

Der Einfluss der Nerven kann nun bei jeder Drüse entweder verschieden und eigenthümlich seyn, oder er ist, was wahrscheinlicher ist, bei allen Drüsen gleich, und es bedarf zur Belebung durch ihn bloss, dass die specifische Drüsensubstanz chemisch wirksam wird. Auch die täglichen Lebenserfahrungen geben vielfältige Beweise von dem Einflusse der Nerven auf die Absonderung. Man weiss, dass Minderung des Nerveneinflusses in dem Froststadium der Fieber alle Absonderungen nicht bloss vermindert, sondern sie auch arm an ihren natürlichen Bestandtheilen macht, und dass sich diese mit dem Wiedereintritt des Turgors auch wieder einstellen. Man weiss, dass die Trockenheit der Schleimhäute und der Haut oft Zeichen eines verminderten Einflusses der Nerven in den akuten Krankheiten sind. Hierzu kommen die häufigen Erfahrungen über den Einfluss der Leidenschaften auf die Absonderung, z. B. der Thränen, der Galle, der Milch, ja selbst der Gemüthsbewegungen auf die Beschaffenheit der Secretion und des Zustandes der Wunden. Vgl. oben pag. 370. Man hat sogar behauptet, dass die Gegenwart des Füllens auf die Milchsecretion der Mutter Einfluss habe. Ohne auf die Erzählungen von der giftigen Wirkung des Speichels nach Bissen von gereizten Thieren irgend einen Werth zu legen, da die Erscheinungen im Allgemeinen vielleicht nur die der Bisswunden überhaupt sind, so ist doch die Thatsache bekannt genug und unzweifelhaft, dass

nicht allein durch die Gegenwart der Speisen im Munde die Secretion des Speichels vermehrt wird, sondern dass auch die Vorstellung leckerer Speisen die Secretion des Speichels bethätigt. Wäre es möglich, den Einfluss der Nerven eines absondernden Organes ganz aufzuheben, so würde man vielleicht wie nach Durchschneidung des Nervus vagus in Hinsicht des Magensaftes, immer finden, dass die Bildung der specifischen Secrete durch den mangelnden Nerveneinfluss gänzlich aufgehoben wird. Ich bin weit entfernt zu glauben, dass die von dem Leben abhängende chemische Wirksamkeit der Drüsensubstanz nicht einen eben so grossen Einfluss auf die Secretion der Drüsen habe; aber diese chemische Wirksamkeit der Drüsensubstanz, welche in verschiedenen Drüsen verschieden ist, kann sich wahrscheinlich nur unter dem Einflusse der Nerven unterhalten.

Auf den ersten Blick scheinen sowohl Cerebrospinalnerven als sympathische Nerven zur Regulation der Absonderung fähig zu seyn. Bekannt ist die Verzweigung des Lingualis in der Submaxillardrüse und Sublingualdrüse, des Nervus glossopharyngeus in den Tonsillen, eines Zweiges des Nervus tibialis in der Kapsel des Kniegelenks. Am merkwürdigsten ist das Factum, dass die Milchdrüse des Weibes ihre Nerven nicht vom Sympathicus direct sondern, wie ich sehe, nur vom dritten und vierten Brustnerven erhält. Indessen werden auch die Cerebrospinalnerven höchst wahrscheinlich von Fasern des Sympathicus begleitet, wie wenigstens Retzius vom zweiten Aste des N. trigeminus bei Thieren gezeigt hat, und wie bei den Thieren an den vielen grauen Nerven zu sehen ist, welche vom Ganglion oticum über den Nervus buccinatorius hingehen. Nach halbseitigen Lähmungen des Gehirns und Rückenmarks ist die Absonderung der Haut auf der leidenden Seite bald verändert, bald nicht verändert.

### 3. Von den Veränderungen der Absonderung.

Die Absonderung kann von örtlichen sowohl als allgemeinen Ursachen verändert werden.

Der Zustand eines absondernden Organes modificirt nicht bloss die Quantität, sondern auch die Qualität der Absonderung; der Harn ist nach Nervenzufällen wässrig und arm an den näheren Bestandtheilen; der Schleim ist in den verschiedenen Stadien des Schnupfens verschieden, anfangs wässrig und salzig, später consistent; endlich hebt die Entzündung in der Regel in jedem Absonderungsorgane die specifische Absonderung, wie in jedem Organe die Function auf. In Beziehung auf Reiz verhalten sich die Absonderungsorgane eigenthümlich; derselbe vermehrt anfangs die Absonderung. Dieser Zustand vermindert sich in demselben Grade, als die Reizung in Entzündung übergeht. Im erschlafften Zustande der Absonderungsorgane mit Auflockerung, vermehren die Absonderungen sich in der Regel, wo jedoch das Secret an Consistenz verliert. Im erschlafften Zustande mit Verdichtung des Gewebes des Absonderungsorgans wird die Absonderung vermindert. Diess wiederholt sich in allen Absonderungsorganen,

in den Schleimhäuten der Nase, der Conjunctiva, auf der äussern Haut. Alles dieses beobachtet man an den natürlichen wie krankhaften Absonderungen auf gleiche Art; das gereizte Geschwür sondert reichlichen Eiter ab; die Verstärkung des entzündeten Zustandes hebt die Absonderung auf; das erschlaffte Geschwür mit aufgelockerten Wänden sondert reichliche wässrige Secrete ab, das erschlaffte Geschwür mit verdichtetem Gewebe von Entzündungsprodukten sondert sparsam ab.

Der aufgehobene Nerveneinfluss vermindert die natürlichen Bestandtheile eines Absonderungsorganes; der Harn wird in Nervenzufällen wasserhell, die Haut in Fiebern mit geschwächtem Einfluss des Nervensystems trocken, die Haut ist im Froststadium des Fiebers trocken. Aber räthselhaft ist, dass eine viel stärkere Entziehung des Nerveneinflusses, wie in der Ohnmacht die Absonderung so ungemein vermehren kann, wie beim kalten Schweiss, bei der Diarrhoe von Schrecken, Angst. Die qualitativen Veränderungen der Secreta durch veränderten Nerveneinfluss, kennt man mehr aus den schädlichen Wirkungen dieser Secreta, wie der Milch, der Galle nach Leidenschaften, als aus chemischen Untersuchungen.

Dadurch, dass alle Absonderungen durch die Entziehung gewisser Bestandtheile des Bluts auf die Mischung desselben wirken, kann eine Absonderung aus demselben nicht verändert werden, ohne dass das Gleichgewicht, welches die verschiedenen Absonderungen gegen einander in Hinsicht ihrer Wirkung auf das Blut hatten, gestört wird; daher die Vermehrung einer Absonderung die Verminderung einer anderen zur Folge hat, was man den Antagonismus der Secretionen nennt. Auf dem Princip dieses Antagonismus beruht die Hervorrufung mancher künstlichen Secretionen um andere krankhafte aufzuheben. Hierbei finden folgende Gesetze statt:

1. Die Vermehrung einer Absonderung in einem Gewebe *A*, welches weniger reizbar als das Organ *B* ist, kann in dem Organe *B* die Absonderung nicht antagonistisch vermindern, daher z. B. künstlich erregte Absonderungen in der Haut, wie durch Blasenpflaster, in der Nähe des Auges, bei Augenentzündungen, fruchtlos sind, weil das Auge reizbarer als die Haut selbst ist.

2. Die Vermehrung einer Absonderung in einem gewissen Gewebe *A* kann nicht vermindert werden durch Hervorrufung derselben Absonderung in einem anderen Theile des Gewebes *A*, im Gegentheil wird die Absonderung in allen Theilen desselben Gewebes eher verstärkt als vermindert, weil die verschiedenen Theile eines Gewebes nicht in einem antagonistischen, sondern in einem sympathischen Verhältnisse stehen. Man kann also eine Blennorrhoe der Genitalien oder Harnwerkzeuge durch eine künstlich erregte Diarrhoe nicht antagonistisch heilen.

3. Dagegen stehen diejenigen Gewebe oft in einem antagonistischen Verhältnisse der Absonderung, welche nicht zu derselben Klasse der Gewebe gehören. So bewirkt die Vermehrung der Absonderung durch die Haut eine Verminderung der wässrigen Absonderung durch die Nieren. Im Sommer ist die Hautausdünstung stärker und die Nierenabsonderung verhältnissmässig

geringer; im Winter findet das umgekehrte Verhältniss statt. Bei der Ablagerung wässriger Flüssigkeiten im Zellgewebe und in den serösen Häuten ist die äussere Haut trocken und der Urin sparsam, und der Fluss des Urins steht in geradem Verhältnisse mit der Abnahme der wassersüchtigen Anschwellung. Durch Unterdrückung der Hautausdünstung, durch Erkältung, entstehen Blennorrhoeen der Schleimhäute, in den Lungen und im Darmkanal.

4. Nur am Ende der colliquativen Krankheiten beschränken sich die Absonderungen nicht gegenseitig mehr, sondern alle werden zuletzt durch Erschlaffung der Gewebe vermehrt, wie denn durch den sogenannten colliquativen Zustand, z. B. colliquative Diarrhoeen, Schweisse und Wasserergiessungen vor dem Tode bei den Phthisikern entstehen.

5. Gewebe, welche gegen einander in Antagonismus treten, werden bestimmt theils dadurch, dass sie einigermassen ähnliche Flüssigkeiten im natürlichen Zustande absondern, gleichwie die Verminderung der Wasserausscheidung durch die Nieren auf die Vermehrung der Wasserausscheidung durch die Haut wirken muss; oder das antagonistisch erregte Absonderungsorgan war ohnehin schon zu krankhafter Thätigkeit prädisponirt. So bewirkt die Erkältung bei demjenigen eine Affection der Schleimhaut der Lungen, welcher zu dieser schon vorher disponirt war, bei Anderen aber aus denselben Gründen leichter eine Veränderung der Schleimabsonderung im Darmkanal. Vgl. Heusinger, *über den Antagonismus der Excretionen;* desselben *Zeitschrift für organ. Physik. Bd. I.*

Zuweilen bewirkt die Unterdrückung der Absonderung an einem Orte das Erscheinen desselben Fluidums an einem anderen Orte. Dieses geschieht vorzüglich leicht bei denjenigen Absonderungsflüssigkeiten, welche als solche schon im Blute vorhanden sind. Vicarirende Blutungen für die Menstruation lassen sich nicht läugnen, und die Unmöglichkeit, den im Blute bereits vorhandenen Harnstoff (siehe pag. 159) durch gänzlich zerstörte Nieren mit dem Harne abzusondern, muss mit Harnstoff geschwängerte Ausscheidungen in allen übrigen Theilen des Körpers zur Folge haben können. Nysten (*Recherches de chimie et de physiologie pathol. Paris* 1811. *pag.* 263—293) hat die Existenz von Harnstoff in bei gänzlicher Harnverhaltung ausgebrochenen Flüssigkeiten constatirt, und an der Ablagerung harnsauren Natrons in den Gichtknoten ist kein Zweifel.

Ist aber ein Absonderungsstoff als solcher nicht schon im Blute vorhanden, so kann die Unterdrückung dieser Absonderung in dem dazu bestimmten Apparat nicht dieselbe Absonderung in anderen Theilen metastatisch verursachen, und was man auch hiefür angeführt hat, beruht auf schlechten Gründen.

Nach verhaltener Aussonderung der Galle kann zwar die schon einmal abgesonderte Galle resorbirt ins Blut gelangen und von dort aus in anderen Theilen sich ablagern. Diess ist aber ein ganz anderer Fall, der keine Aehnlichkeit mit demjenigen hat, wo ein Absonderungsorgan ganz entfernt wird; hier ist kein Apparat mehr dazu vorhanden, wie nach Exstirpation des Hoden

die Bildung des Samens unmöglich wird. Die oft wiederholte Lehre von der Möglichkeit, dass alle specifischen Absonderungen selbst nach Zerstörung ihrer Absonderungsorgane aus dem Blute sich wiedererzeugen können, hat gar keine thatsächliche Basis; denn alle dafür angeführten Gründe sind bloss von denjenigen Fällen hergenommen, wo die Absonderung in dem ursprünglichen Organ nicht aufgehoben, sondern die Weiterförderung des Secretes durch mechanische Hindernisse gehemmt war, oder wo der Absonderungsstoff als solcher im Blute schon vorhanden war, wie es vom Harnstoff nach Prevost und Dumas Untersuchungen bekannt ist. Die einzige Absonderung, deren Bestandtheile im Blut nicht als solche vorhanden sind, welche sich aber immer und an allen Orten wiedererzeugen kann, indem sich mit der Entzündung das Organ dazu von neuem bildet, ist die Eiterung.

In allen Fällen, wo nach gänzlicher Unterdrückung einer Absonderung eine antagonistische entsteht, zu der der Stoff nicht als solcher aus dem Blut genommen werden kann, ist die antagonistische Absonderung auch durchaus von der ursprünglichen verschieden, und hat nur so viel Aehnlichkeit mit der ersten, als die näheren Bestandtheile der Absonderung des zweiten Organes es zulassen. Wahre Milchversetzungen giebt es z. B. nicht; Autenrieth bemerkte schon, dass dergleichen Versetzungen durch Mangel an den wesentlichen Bestandtheilen der Milch, nämlich des Milchzuckers und der Butter sich unterscheiden. Diese Ausscheidungen bestehen vielmehr nur aus den näheren Bestandtheilen des Bluts, welche zur Umwandlung von Blut in Milch hätten verwandt werden können, z. B. Eiweiss. Ueber die Unstatthaftigkeit der Eitermetastasen und die Missverständnisse, welche durch Unkenntniss der hierbei stattfindenden pathologischen Vorgänge entstehen, habe ich schon pag. 272. gehandelt.

Die Drüsenkanälchen scheiden das Secret immer nach innen ab (vergl. p. 461.), nur in seltenen Fällen scheint die neugebildete Materie sogleich auch weiter und ins Blut zu gelangen, wie bei der nach Gemüthsbewegungen entstehenden Form der Gelbsucht.

### 4. Von der Ausführung der Secreta.

Die Ausführungsgänge der Drüsen enthalten in ihrem Innern eine Schleimhaut, welche äusserlich mit einer äusserst dünnen Schicht von muskulösem Gewebe umlagert ist. Die Existenz von Muskelfasern lässt sich hier zwar anatomisch nicht nachweisen, aber aus physiologischen Gründen lässt sich daran nicht zweifeln; denn von den meisten Ausführungsgängen weiss man, dass sie auf Reize sich zusammenziehen können. So hat Rudolphi schon die Zusammenziehungsfähigkeit des Ductus choledochus der Vögel beobachtet. Ich habe dieses Phänomen öfter gesehen, wenn ich bei einem eben getödteten Vogel den Ductus choledochus mechanisch oder galvanisch reizte; die darauf erfolgende Zusammenziehung des Ganges ist ungemein stark und dauert Minuten lang, worauf sich der Gang wieder, wie vorher, erweitert. Auf gleiche Art habe ich

bei Kaninchen sowohl als bei Vögeln an den Ureteren auf starken galvanischen Reiz örtliche starke Zusammenziehungen eintreten gesehen. So hat Tiedemann Bewegungen an dem Ductus deferens des Pferdes auf angebrachten Reiz beobachtet. Tiedemann, *über die Wege, auf welchen u. s. w. p.* 22. Es scheint sogar, dass periodische wurmförmige Bewegungen an diesen Ausführungsgängen stattfinden, wenigstens gilt dieses von dem Ductus choledochus der Vögel; denn an diesem habe ich bei einem eben getödteten Vogel regelmässig in Pausen von mehreren Minuten Zusammenziehungen beobachtet, worauf jedesmal der Gang sich wieder erweiterte. Diese Zusammenziehungen fanden in jenem Fall merkwürdiger Weise aufsteigend statt, nämlich vom Darmkanal gegen die Leber hin, und werfen ein Licht auf die Art, wie die Galle zu gewissen Zeiten, statt durch den D. choledochus auszufliessen, vielmehr zurückgehalten und in das Divertikel des Gallengangs, nämlich die Gallenblase, getrieben wird, wozu denn auch noch die vollkommne Verschliessung der Mündung des Ductus choledochus beitragen mag. Zur Zeit der Verdauung, wo die Galle der Gallenblase ausgeleert wird, erfolgt diese Ausleerung wahrscheinlich bloss durch die Oeffnung des Ductus choledochus unter dem Druck der umliegenden Theile und der Bauchmuskeln; denn die Gallenblase kann sich hochst wahrscheinlich nicht zusammenziehen, wenigstens konnte ich an der Gallenblase der Säugethiere und der Vogel, selbst bei dem heftigsten Reiz durch eine galvanische Säule, keine Zusammenziehung bewirken, und es unterscheidet sich dieses Divertikel von den im Ganzen ähnlichen Divertikeln anderer Ausführungsgänge, nämlich der Urinblase und den Samenbläschen.

Die Beschaffenheit der inneren Haut der Ausführungsgänge nnd die Contractilität ihrer mittlern Haut beweist offenbar, dass diese Gänge blosse Ausstülpungen der Schläuche sind, in welche sie führen, wie der Ductus choledochus und pancreaticus aus denselben Schichten bestehend, Fortsetzungen der Haute des Duodenums sind.

Welchen Antheil die Contractilität der Ausführungsgänge an der oft plötzlichen Ausscheidung des Speichels und der Thränen habe, will ich hier nur fraglich andeuten. Auch will ich hier noch bemerken, dass, da die Contractilität der Ausführungsgänge der Drüsen factisch erwiesen ist, der Krampf dieser Theile keine blosse Einbildung der Aerzte ist.

---

## *IV. Abschnitt.* Von der Verdauung, Chylification und Ausscheidung der zersetzten Stoffe *).

### *I. Capitel.* Von der Verdauung im Allgemeinen.

Die Nahrung der Thiere sind thierische Substanzen und Vegetabilien; einige leben nur von diesen, andere nur von jenen, andere von beiden zugleich, wie auch der Mensch, der bei bloss animalischer Nahrung so gut wie bei bloss vegetabilischer Nahrung ausdauert, und nach diätetischen Erfahrungen, auch nach seinem gemischten Zahnbau der gemischten Kost bestimmt scheint. Sowohl in der Pflanzennahrung als in der thierischen Kost sind die gewöhnlichen Salze enthalten, welche als nothwendige Bestandtheile des Organismus auch als Nahrungsstoff im relativen Sinne betrachtet werden können. Von blossen mineralischen Stoffen lebt kein Thier; aus Noth oder Vorurtheil, um den Bauch zu füllen, wird zuweilen von Menschen Erde theils allein, theils mit organischen Substanzen genossen, wie von den Otomaken und Guamos am Oronoco und von den Bewohnern von Neuschottland bekannt. In dem von den Neuschottländern genossenen Steatit hat Vauquelin keine Nahrungsstoffe gefunden. Siehe v. Humboldt's *Reise.* 4. 557. Rudolphi's *Physiol.* 2. 18. Die im Jahr 1832 im Kirchspiel Degernä, an den Grenzen Lapplands wegen Misswachses mit Mehl und Baumrinde vermischte und zu Brot verbackene Erde bestand aus mit organischen Bestandtheilen vermischter Kieselerde. Poggend. *Ann. B.* 29. p. 261. Dieses Bergmehl erkannte Retzius aus 19 verschiedenen Formen von Infusorien, d. h. ihren fossilen Resten bestehend.

Im Thier- und Pflanzenreich scheinen alle Stoffe nahrhaft zu seyn, welche einer leichten Auflösung durch thierische Flüssigkeiten fähig sind, welche keine dem Thierstoff eines Thieres zu heterogene Combination der Elemente enthalten, oder welche keine hervorstechenden chemischen Eigenschaften und keine Tendenz haben, sich auf Kosten der lebendigen Verbindungen binär chemisch zu combiniren. Was die letzten Eigenschaften hat, entweder heterogen oder von chemisch eigenthümlichen Affinitäten ist, ist entweder Arzneikörper oder (im relativen Sinne) Gift. Dass auch die narkotischen Gifte, welche keine sichtbaren Veränderungen im Organismus und nicht wesentlich Entzündungen bewirken, durch feinere Umwandlung der Materie vergiften, indem sie durch heterogene und chemisch eigenthümliche Stoffe Zersetzungen und

*) Die hier zu untersuchenden Processe sind zusammengeseteter als die vorhergehenden; die Kenntniss der Bewegung der Säfte, der Resorption, der Thätigkeit der lymphatischen Gefässe, der Absonderungen wird zu ihrer Untersuchung vorausgesetzt, daher diese Materien sämmtlich vor dem nun zu betrachtenden Gegenstande abgehandelt werden mussten. Dagegen werden nun bei der Darstellung der Vorgänge der Verdauung weitläufige Erklärungen über diese Functionen, die auch ausser den Verdauungsorganen in vielen andern Theilen wirksam sind, vermieden werden können.

binäre Combinationen verursachen, ist mir sehr wahrscheinlich; theils durch ihren Gehalt an vegetabilischen Alkaloiden, theils durch FONTANA's Beobachtungen, dass die wirksamsten narkotischen Gifte, Viperngift und Ticunasgift, materielle Umwandlungen bewirken, indem beide zu frischem Blut ausser der Ader gemischt, dessen Gerinnbarkeit verhindern, Viperngift aber, in Wunden lebender Thiere gebracht, das Blut schnell gerinnen macht. Ueber vegetabilische Gifte siehe die toxikologischen Werke, über thierische Gifte RUDOLPHI l. c. Der Begriff von Gift ist sehr relativ. Schlangengift zersetzt die thierischen Säfte; wenn es ins Blut gebracht wird, scheint dagegen im Darmkanale zersetzt und unschädlich gemacht zu werden. Viperngift wirkt auch in den Wunden der niederen Wirbelthiere, namentlich der Amphibien, bei Fröschen, Blindschleichen nur sehr langsam und bei Schlangen, wie es scheint, oft gar nicht. Doch sind die meisten Narcotica in grösseren Gaben auch für die niederen Thiere tödtlich. Die Blausäure tödtet den Blutegel so gut wie den Menschen, Opium, Nux vomica scheint fast für alle giftig (mit Ausnahme des Vogels Buceros Rhinoceros, der von Krähenaugen leben soll).

Die einfachsten Nahrungsstoffe sind aus dem Pflanzenreich:

1. Die säuerlichen Säfte vieler Pflanzen und Früchte.

2. Das Stärkmehl (*Amylum*) in den Samen der Gräser, der Hülsenfrüchte, in den Knollen der Kartoffeln, in der Sagopalme, im Lichen island.

3. Der Schleim (*Mucilago*) in Wurzeln und Samen und als Gummi (verschieden vom thierischen Schleim, in Wasser loslich).

4. Der Zucker im Safte vieler Pflanzen, auch ihrer Früchte.

5. Das fette Pflanzenöl im Samen und einigen Wurzelknollen.

6. Das Pflanzeneiweiss (*Albumen*) in der Pflanzenmilch, in der Milch des Milchbaums, in emulsiven Samen.

7. Der Kleber (*Gluten*), meist mit Eiweiss verbunden, in den Getreidearten und anderen Samen, auch in süssen Früchten.

8. Fungin in den Schwämmen.

Viele andere Stoffe, wie weingeistige und aromatische, sind mehr Reizmittel der Verdauungsorgane als Nahrungsmittel. Unverdaulich sind die Pflanzenfaser, die Hülsen der Samen, die meisten Harze, Farbstoffe, Extractivstoffe, die Haare, Federn, Horn, Klauen, Schuppen, Insektenschalen und überhaupt aller Hornstoff.

Die Hauptnahrungsstoffe des Thierreichs sind:

1. Gelatina in den Sehnen, Knochen, Knorpeln, in der äussern Haut, dem Zellgewebe und vorzüglich in sehr jungen Thieren (Eigenschaften siehe oben p. 138.).

2. Eiweiss (*Albumen*) vorzüglich in den Eiern, Gehirn und Nerven, im Blute etc. (Eigenschaften s. oben p. 134.).

3. Faserstoff (*Fibrina*) im Fleisch und Blut der Thiere (Eigenschaften s. oben p. 130.).

4. Das thierische Oel und Fett (Eigensch. s. oben p. 136, 427.).

5. Der Käsestoff in der Milch mit thierischem Fett (Butter) und im Käse (Eigenschaften s. unten im 8. Buche bei dem Artikel Milch).

Ausführliche Belehrungen über die Nahrungsmittel finden sich in TIEDEMANN, *Physiologie. 3. Bd. Darmstadt* 1836.

Der letzte Zweck der Verdauung ist 1. die Auflösung der Nahrung, weil nur Aufgelöstes fähig ist zur Aufnahme in resorbirende Gefässe, und 2. eine Reduction dieser verschiedenen Bestandtheile in das einfachste Material der thierischen Processe, in Eiweiss, welches sich in dem verdauten Speisesafte theils aufgelöst, theils in Kügelchen enthalten zeigt. Die Verdauung hat also zum Wesen, dass sie nicht allein die Stoffe auflöst, sondern dass sie alle eigenthümlichen Qualitäten, welche den organischen Stoffen von ihren Quellen noch zukommen, tilgt, dass sie die Nahrungsstoffe auflöst und Alles in Eiweiss verwandelt. Hierzu sind ausser der mechanischen Zertrümmerung chemische Einflüsse, Verdauungssäfte nöthig. Diejenigen Substanzen sind nun am leichtverdaulichsten und nahrhaftesten, welche am loslichsten und bei welchen die Reduction in Eiweiss am leichtesten, oder welche selbst eiweisshaltig sind; und so ist der Dotter als eine concentrirte Auflösung von Eiweiss (mit Dotteröl) der Nahrungsstoff selbst, aus welchem der Embryo unmittelbar assimilirt und der keiner vorbereitenden Verdauung bedarf. Alles wird aber unverdaulich seyn, welches wegen seiner unauflöslichen Beschaffenheit (wie Holzfasern, Hülsen) keinen Nahrungsstoff abgeben kann, oder selbst eine chemische Qualität geltend macht, welche die im Organismus von der organischen Kraft im Gleichgewicht gehaltene Tendenz der Elemente, binäre Verbindungen einzugehen, entfesselt. Man muss übrigens zwischen leicht verdaulichen und nährenden Stoffen unterscheiden. Ein Stoff kann durch seine leichte Auflöslichkeit in einer Hinsicht leicht verdaulich, aber doch wenig nährend seyn, weil er durch seine Zusammensetzung weniger leicht in Eiweiss verwandelt werden kann. Andere Stoffe, die an sich, einmal aufgelöst, wohl nährend sind, können durch ihre schwere Auflöslichkeit für schwache Verdauungskräfte schwer verdaulich seyn. Zu einer guten Nahrung gehört also nicht allein leichte Auflöslichkeit, sondern auch nährende Beschaffenheit. Je entfernter eine Substanz in Hinsicht ihrer Zusammensetzung von dem Eiweiss ist, um so weniger ist sie nährend, und um so grössern Aufwand der Verdauungskräfte nimmt sie zu ihrer Verwandlung in Anspruch.

Käme es bei der Verdauung bloss auf die Auflösung an und enthielten alle Nahrungsstoffe eine gewisse Menge eines und desselben Nutrimentes, das keiner weitern chemischen Veränderung bedarf, so könnte die Verdaulichkeit darnach bestimmt werden, wie leicht ein Stoff auflöslich ist, wie viel Nutriment von dem Darmkanal aus ihm ausgezogen werden kann und wie leicht diese Ausziehung des Nutrimentes aus den übrigen Beimischungen ist. Dieser unrichtige Begriff von Nahrungsstoff liegt dem Hippokratischen Satz zu Grunde, dass es verschiedene Arten der Alimente, aber nur ein Alimentum gebe. Die in Eiweiss zu verwandelnden Stoffe enthalten aber zum Theil kein präformirtes Eiweiss in sich, wie die vegetabilischen Nahrungsmittel. Das Alimentum in jenem Hippokratischen Sinne entsteht daher erst durch die Verdauung, indem die in Hinsicht ihrer Zusammensetzung von dem

Eiweiss verschiedenen Nahrungsstoffe erst in die Zusammensetzung des Alimentum umgewandelt werden müssen.

Auf eine wichtige Unterscheidung der Nahrungsmittel in stickstoffreiche, stickstoffarme und stickstofflose hat Magendie aufmerksam gemacht. *Physiol. ed.* 2. *t.* 2. 486. Meckel's *Archiv.* 3. 311. Nahrungsmittel, welche wenig oder keinen Stickstoff enthalten, sind die zuckerhaltigen und säuerlichen Früchte, die Oele, Fette, die Butter, die schleimigen Vegetabilien, der raffinirte Zucker, die Stärke, das Gummi, der Pflanzenschleim, die vegetabilische Gallerte. Hierher gehören die Getreidearten, der Reis, die Kartoffel. Stickstoffhaltig dagegen sind Pflanzeneiweiss, Kleber, Fungin der Schwämme und einige in verschiedenen Pflanzen vorkommende, dem Fleischextract ähnliche Stoffe. Sie finden sich vorzüglich in den Samen der Gräser, in den Stengeln und Blättern der Gräser und Kräuter. Auch die Leguminosen (Linsen, Erbsen, Bohnen), die Mandeln, die Nüsse gehören hierher. Aus dem Thierreiche sind zu nennen: die Gelatina, das Eiweiss, der Faserstoff, der Käsestoff. Ausser dem Fett enthalten die meisten thierischen Theile vorzüglich mehr oder weniger Stickstoff. Einige Schriftsteller haben für eine Quelle des Stickstoffs in den thierischen Körpern das Athmen aus der Atmosphäre gehalten, andere haben angenommen, dass sich Stickstoff in Thieren aus anderen Elementen erzeuge. Hierbei stützte man sich auf das Beispiel der pflanzenfressenden Thiere, die sich von stickstofflosen oder stickstoffarmen Stoffen nähren sollen, auf das Beispiel der Neger, welche lange Zeit bloss von Zucker sich nähren. Magendie bemerkt hiergegen, dass fast alle Vegetabilien, von denen sich Thiere und Menschen nähren, mehr oder weniger Stickstoff enthalten, dass der unreine Zucker ziemlich viel Stickstoff enthalte, dass die Völker, die sich mit Reis, Mais, Kartoffeln nähren, Milch oder Käse hinzufügen. Magendie hat sehr dankenswerthe Versuche über die Nahrung von Thieren (Hunden) aus blossen stickstofflosen Mitteln, wie raffinirtem Zucker, mit destillirtem Wasser, gemacht. Die ersten 7—8 Tage waren die Thiere munter, frassen und tranken wie gewöhnlich, in der zweiten Woche fingen sie an abzumagern, obgleich der Appetit immer gut war und täglich 6—8 Unzen Zucker verzehrt wurden. Die Abmagerung steigerte sich in der dritten Woche, die Kräfte nahmen ab, die Thiere verloren die Munterkeit und den Appetit. Zu dieser Zeit entwickelte sich auf beiden Augen eine Exulceration der Cornea mit Ausfluss der Augenfeuchtigkeiten — ein Phänomen, was sich bei wiederholten Versuchen bestätigte. Obgleich die Thiere noch täglich 3—4 Unzen Zucker frassen, so wurden sie doch zuletzt so schwach, dass sie zu aller Bewegung unfähig waren, und der Tod erfolgte am 31—34. Tage. (Man muss hierbei erwägen, dass Hunde ohne alle Nahrung fast eben so lange aushalten.) Bei der Section fand sich alles Fett verzehrt, die Muskeln waren sehr an Volumen vermindert, Magen und Darmkanal sehr zusammengezogen, Gallenblase und Urinblase ausgedehnt. Chevreul fand den Urin, wie bei den Pflanzenfressern, nicht sauer, sondern alkalisch, aber auch ohne Spur von Harnsäure und Phos-

phaten. Die Galle enthielt viel Pikromel, woran die Galle der Herbivoren reich ist, das man aber seitdem auch in der Galle von Fleischfressern entdeckt hat. Die Excremente enthielten sehr wenig Stickstoff, dessen sie sonst viel enthalten. Um auszumitteln, ob diese Wirkungen dem Zucker eigenthümlich sind, oder nur von seinem Stickstoffmangel herrührt, fütterte Magendie Hunde mit Olivenöl und Wasser. Während 15 Tagen befanden sie sich wohl. Darauf traten mit Ausnahme der Ulceration der Cornea dieselben Phänomene wie bei den mit Zucker gefütterten ein, und der Tod erfolgte am 36. Tage. Urin, Galle verhielten sich gleichwie in den vorhergehenden Versuchen. Hunde mit Gummi gefüttert, was mit anderen Mitteln zusammen sehr nahrhaft ist, aber keinen Stickstoff enthält, zeigen dieselben Phänomene. Eine blosse Nahrung von Butter ertrug ein Hund sehr wohl 14 Tage lang, darauf wurde er mager und schwach, und starb am 36. Tage, obgleich er am 32. Tage Fleisch erhalten hatte. Das eine Auge ulcerirte, Urin und Galle verhielten sich wie in den früheren Versuchen. Magendie überzeugte sich durch andere Versuche, dass gleichwohl Zucker, Gummi und Oel verdaut wurden und Chylus bildeten, dass also der Chylus nur keine nährenden Eigenschaften hatte. Diesen Versuchen kann man die Bemerkung hinzufügen, dass in Dänemark Verurtheilung zu Brot und Wasser auf 4 Wochen mit der Todesstrafe gleichgesetzt wird, und dass Stark's Versuche an sich selbst mit Monate langer Zuckerkost seinen Tod bewirkten, nachdem er äusserst schwach und gedunsen, rothe Flecke im Gesicht bekommen hatte, welche drohten in Geschwüre aufzubrechen. Durch diese Versuche hat Magendie auch einiges Licht auf die Ursachen und die Behandlung der Gicht und des Harngrieses geworfen. Die von diesen Krankheiten befallenen Personen sind meist wohllebende Fleischesser; die meisten Harnsteine, der Harngries, die Gichtknoten und der Schweiss der Gichtischen enthalten Harnsäure, eine Substanz, die sehr reich an Stickstoff ist. Durch Verminderung der stickstoffhaltigen Nahrungsmittel kann man daher wohl der Gicht und der Bildung des Harngrieses zuvorkommen und sie mit Erfolg behandeln.

Tiedemann und Gmelin haben Magendie's Versuche bestätigt. Sie fütterten verschiedene Gänse, die eine mit Zucker, die andere mit Gummi, die dritte mit Stärke; alle erhielten zugleich Wasser. Die Gänse nahmen hierbei beständig an Gewicht ab. Die mit Gummi gefütterte starb den 16., die mit Zucker den 22. und die mit Stärke den 24., eine andere den 27. Tag, nachdem sie $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{2}$ ihres Gewichts verloren hatten. Indessen starb eine Gans, die mit gekochtem und zerhacktem Eiweiss gefüttert wurde, trotz der stickstoffreichen Nahrung und des Appetits der Gans, ausgehungert am 46. Tage, nachdem sie fast $\frac{1}{2}$ des Gewichts verloren hatte.

Diese Versuche würden wie die von Magendie sehr beweisend seyn, wenn man bei demselben Thiere mit verschiedenen stickstofflosen Substanzen in der Nahrung abgewechselt hätte. Denn da, wie sich auch aus den folgenden Versuchen von Magendie

ergiebt, das unausgesetzte Darreichen einer stickstoffhaltigen Substanz ohne Abwechselung mit anderen stickstoffhaltigen Mitteln die Theire in manchen Fällen auch nicht erhalten hat, so sind jene Versuche noch nicht ganz conclusiv. Vergl. Londe, Froriep's *Not.* B. 13. Nr. 10.

Ueber die Fähigkeit verschiedener Substanzen, zu nähren, hat Magendie noch folgende Versuche angestellt: 1. Ein Hund, welcher Weissbrot, Weitzen und Wasser zur Nahrung erhielt, lebte nicht über 50 Tage. 2. Ein anderer Hund, der dagegen bloss Kommissbrot bekam, erhielt seine Gesundheit sehr wohl. 3. Kaninchen und Meerschweinchen mit einer von folgenden Substanzen: Weitzen, Hafer, Gerste, Kohl, gelbe Rüben, gefüttert, starben mit vollkommener Inanition nach 15 Tagen ab. Mit denselben Substanzen zugleich oder nach einander gefüttert, lebten sie ganz ohne Nachtheil. 4. Ein Esel, der mit trocknem und später mit gekochtem Reis gefüttert wurde, lebte nur 15 Tage. Ein Hahn dagegen lebte von gekochtem Reis, ohne Nachtheil, mehrere Monate. 5. Hunde, bloss mit Käse oder bloss mit harten Eiern gefüttert, lebten lange, aber sie wurden schwach und mager, verloren die Haare. 6. Muskelfleisch vertragen die Nagethiere sehr lange. 7. Wenn man ein Thier eine Zeit lang mit einer Nahrung füttert, von der allein es zuletzt umkommen müsste, so wird es durch Herstellung seiner gewöhnlichen Nahrung nicht mehr gerettet. Das Thier frisst zwar mit Begierde, doch sein Tod erfolgt zur selben Zeit, als wenn es mit der ersten Nahrung fortgefüttert worden wäre. Nach Allem diesem scheint die Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit der Nahrungsmittel eine Hauptregel zur Erhaltung der Gesundheit zu seyn.

Prout reducirt alle Nahrungsmittel der höheren Thiere auf 3 Klassen: Saccharina (Zucker, Stärke, Gummi u. s. w.), Oleosa (Oel und Fett), Albuminosa (animalische Materien und vegetabilischer Gluten). Das Folgende enthält einen Auszug der Ansichten von Prout, welchen Elliotson in seiner Uebersetzung von Blumenbach's Physiologie aus einem ungedruckten Werke von Prout über die Verdauung, und daraus H. Mayo in *Outlines of human physiology. 3. ed. London* 1833. pag. 152, mitgetheilt haben.

„Durch die Beobachtung, dass die Milch als der einzige Stoff, der fertig gebildet und von der Natur als Nahrung bestimmt, im Wesentlichen aus drei Substanzen zusammengesetzt ist, nämlich aus Zuckerstoff, Oelstoff und Käsestoff oder einer dem Eiweiss verwandten Materie, ward ich nach und nach zu dem Schluss veranlasst, dass alle Nahrungsstoffe bei dem Menschen und den höheren Thieren auf diese drei allgemeinen Quellen reducirt werden könnten. Desshalb beschloss ich, sie zuerst einer strengen Prüfung zu unterwerfen, und, wo möglich, ihre allgemeinen Beziehungen und Analogieen zu erforschen. Die charakteristische Eigenthümlichkeit von zuckerhaltigen Körpern besteht darin, dass sie einfach aus Kohlenstoff mit Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältniss, worin diese Wasser bilden, zusammengesetzt sind; die Proportionen von Kohlenstoff wechseln in verschiedenen Beispielen von ungefähr 30 bis 50 Proc. Die beiden anderen Klassen bestehen aus zusam-

mengesetzten Basen (wovon der Kohlenstoff den Hauptbestandtheil bildet), gleichfalls gemischt und modificirt mit Wasser. Die Proportion von Kohlenstoff in ölhaltigen Körpern, die in dieser Rücksicht die oberste Stelle einnehmen, schwankt von ungefähr 60—80 Proc.; desshalb können die Oele, wenn man den Kohlenstoff als Maass der Ernährungsfähigkeit betrachtet, was in gewisser Hinsicht auch gethan werden kann, im Allgemeinen als die Klasse der nährendsten Körper betrachtet werden. Der allgemeine Schluss von dem Ganzen ist, dass Körper, die von Natur weniger als 30 oder mehr als 80 Proc. Kohle enthalten, nicht gut als alleinige Nahrung passen.

Es ist noch übrig, zu erforschen, ob Thiere von einer einzigen dieser Klassen ausschliesslich leben können; aber bis jetzt sind die Versuche durchaus gegen diese Annahme, und die annehmlichste Ansicht ist, dass eine Mischung, zum wenigsten aus 2 Klassen dieser Nahrungsstoffe, wo nicht aus allen dreien, dazu nothwendig ist. Milch ist demnach, wie bewiesen wurde, eine solche Zusammensetzung, und zumeist alle Gräser und Kräuter, die für die Thiere zum Futter dienen, enthalten wenigstens zwei von jenen drei Stoffen. Dasselbe ist ausgemacht von animalischen Nahrungsmitteln, welche zum wenigsten aus Eiweiss und Oel bestehen; kurz, es ist vielleicht unmöglich, eine Substanz namhaft zu machen, die von höheren Thieren zur Nahrung benutzt wird, welche nicht wesentlich eine natürliche Composition von wenigstens zweien, wo nicht von allen dreien, der obigen drei grossen Klassen von Nahrungsstoffen darstellt.

Aber in der künstlichen Nahrung des Menschen sehen wir diess wichtige Princip von Mischung am strengsten erwiesen. Er, nicht mit den Productionen, die die Natur freiwillig schafft, sich begnügend, sucht aus jeder Quelle und bildet durch die Kraft seines Verstandes oder vielmehr seines Triebes auf jede mögliche Weise und mit jeder Erkünstelung dieselbe wichtige Nahrungsmischung. Diess ist, mit aller seiner Kochkunst, wie wenig er auch es zu glauben geneigt seyn mag, der einzige Endzweck seiner Arbeit, und je mehr seine Erfolge sich dem nähern, um so näher kommen sie der Vollendung. So hat schon in den frühesten Zeiten der Trieb ihn gelehrt, Oel oder Butter zu mehligen Substanzen zu mischen, wie zum Brot und zu denen, welchen von Natur dieser Stoff mangelte. Derselbe Naturtrieb hat ihn gelehrt, Thiere zu mästen, um sich ölhältige Substanzen mit Eiweiss verbunden zu verschaffen, welche Verbindung er endlich meist zugleich mit zuckerhaltigen Stoffen in Form von Brot oder Vegetabilien geniesst. Sogar in seinem ausgewähltesten Luxus und in seinen angenehmsten Leckerbissen ist dasselbe wichtige Princip im Auge behalten, und sein Zucker und Kraftmehl, seine Eier und Butter, in all ihren verschiedenen Formen und Verbindungen, sind nichts mehr und nichts weniger als versteckte Nachahmungen des Hauptnahrungstypus, der Milch, wie sie ihm von der Natur geboten wird."

Die Empfindungen des Appetits und der Sättigung sind theils selbst Geschmack, theils dem Geschmack analoge Empfindungen,

gleichwie die Empfindungen, welche Speisen in der Appetitlosigkeit erregen. Die Empfindung des Appetits wird erhöht im Winter und Frühling, durch kalte Bäder, durch Friction der Haut, des Unterleibes und dessen Erschütterung beim Reiten, so wie durch Anstrengung.

Die Verdauung erregt bei Gesunden ein wohlthätiges Gemeingefühl mit Wärmeempfindung verbunden; diese Gefühle erstrecken sich aber nicht bloss auf die Verdauungsorgane allein, deren Hauptsensationsnerve der Nervus vagus ist, sondern auch auf fast alle übrigen Theile: daher es wahrscheinlich ist, dass die Erregung der sympathischen Nerven, die, wie später bewiesen wird, eine grosse Communicationsfähigkeit ihrer Zustände haben, hieran Antheil habe.

Mangel der Verdauungskraft ist ein Zustand der Verdauungsorgane, wo sie theils nicht die zur Auflösung bestimmten Flüssigkeiten absondern, theils in einem Zustande von Reizbarkeit oder Atonie sind und durch die Nahrungsstoffe mehr mechanisch zu unangenehmen Empfindungen und unangemessenen Bewegungen afficirt werden. Die örtlichen unangenehmen Empfindungen der Verdauungswege scheinen vorzugsweise in dem Nerv. vagus ihren Sitz zu haben, dessen stärkere Reizungen wenigstens schon in der Speiseröhre und im Schlunde dieselben Empfindungen von Ekel, wie die Reizung des Magens selbst, welche dem Erbrechen vorhergeht, bewirken. Allein die Veränderung in der Stimmung des gesammten Nervensystems ist in diesen Fällen eben so auffallend und scheint auch hier von dem Nervus sympathicus abhängig zu seyn.

Bei den Phänomenen des Hungers und Durstes sind beiderlei, örtliche und allgemeine, Empfindungen vorhanden, allein die weiteren Erscheinungen werden später noch unmittelbar aus dem absoluten Mangel an Nahrungsstoffen und Wasser abhängig.

Die ersten Phänomene des Durstes sind Trockenheit der Wege, welche am meisten verdünnsten (der Luftwege), später Fieber, Entzündung der Luftwege.

Was man indessen Durst nennt, ist zuweilen mehr ein Bedürfniss nach Abkühlung durch kühle Getränke, wie bei dem, in Fiebern durch vermehrte Wärme und durch verminderten Turgor bewirkten, trocknen, heissen Zustande der Luftwege, des Mundes und der Haut. Die Ausdünstung ist hier oft eher vermindert und die Trockenheit entsteht dadurch, dass, wenngleich Blut in die Capillargefässe fliesst, die Wechselwirkung zwischen Blut und den von der organisirenden Kraft belebten Theilen, was man *Turgor vitalis* nennt, vermindert ist. Ohne dass die Wärmeproduction in den inneren Theilen vermehrt zu seyn braucht, erscheint die Haut heisser, weil die Ausdünstung fehlt und die mit dem Uebergang der tropfbaren Flüssigkeit in den gasförmigen Zustand verbundene Abkühlung wegfällt.

Die letzten Folgen des unbefriedigten Durstes sind: ein fieberhafter Zustand, der von dem eines nervösen Fiebers nicht verschieden scheint und mit Entzündung der Luftwege verbunden ist.

Die örtlichen Empfindungen des Hungers, welche sich auf

die Verdauungswege beschränken und im N. vagus ihren Sitz zu haben scheinen, sind Gefühle von Druck, Bewegung, Zusammenziehung, von Uebelkeit mit Kollern, später Schmerzen. Als Ursache dieser Empfindungen hat man den Speichel, die Galle, eine Reibung der Magenwände, den scharfen Magensaft angesehen. Dumas erklärt den Hunger daraus, dass die einsaugenden Gefässe des Darms sich gegen die Magen- und Darmwände selbst wenden.

An alles diess ist wohl nicht zu denken. Die Nahrungsmittel sind adäquate oder homogene Reizmittel der Verdauungsorgane; wenn diese fehlen, bringen die Nerven den Zustand des Organes zum Bewusstseyn. Die örtlichen Empfindungen des Hungers, wie des Appetites und der Sättigung, können nach der Durchschneidung des N. vagus vielleicht fehlen, wie Brachet (*Recherch. sur les fonct. du syst. ganglionaire. Paris* 1830.) aus Versuchen schliesst; die Empfindung des Hungers wird durch Veränderung der Nerven des Magens, vermöge der Ingesta, durch stärkere Empfindungen und Thätigkeiten, die das Sensorium in Leidenschaften, Meditationen beschäftigen, durch die Aenderung des Sensoriums selbst von Opium etc. aufgehoben. Darum die häufige Erscheinung des Fastens bei Irren, weil sie durch die Alteration des Sensoriums vielleicht die örtliche Sensation des Hungers, die uns zur Nahrung mahnt, nicht haben. Nur die allgemeinen Folgen des Fastens sind unter ungleichen Zuständen der Verdauungsorgane meist gleich.

Dahin gehören die Empfindungen von allgemeiner Hinfälligkeit, die wirklich immer mehr zunehmende Kraftlosigkeit, Abmagerung, Fieber, Irrereden, die heftigsten Leidenschaften abwechselnd mit tiefster Niedergeschlagenheit. Die Wärme soll um mehrere Grade sinken, dem von Currie (*Wirkungen des kalten und warmen Wassers p.* 267.) bei einem von Verschliessung des Schlundes Hungernden widersprochen wird. Der Athem wird stinkend, der Harn scharf und feurig, die Lymphgefässe werden nach Magendie und Collard blutig. Der Inhalt dieser Gefässe soll in der ersten Zeit des Fastens grösser seyn (?), später immer geringer, auch die Lymphgefässe des Darms sollen indess gegen die mittlere Zeit der Abstinenz noch etwas weniges Lymphe führen. Collard de Martigny. Zusammenziehung des Magens tritt ein, Die Absonderungen hören auf, obgleich bei angefüllter Gallenblase doch auch immer noch Galle in den Darm fliesst (in den Magen fliesst sie nach Magendie nicht). Der Schleim der Schleimhäute vermindert sich wie alle der Resorption fähige Substanzen. Eiter der Wunden, Milch, Speichel, Gift der Schlangen werden nicht mehr abgesondert. Der Urin enthält noch Harnstoff, wie Lassaigne (*Journ. de chim. med.* 1825. *avr.*) bei einem Irren nach einem Hungern von 18 Tagen fand; die Harnwege sind nicht nothwendig entzündet, die Schleimhäute blass. Nach Collard de Martigny vermindert sich während des Hungers die relative Quantität der Fibrine im Blute, während die relative Quantität der festen Theile der Blutkörperchen steigt. Magendie *Journ. de Physiol. T.* 8. *p.* 171. Nach dem Tode erscheint der Magen sehr zusammengezogen.

Aus den über die Lebensdauer der Thiere und des Menschen angestellten Versuchen geht hervor, dass warmblütige Thiere am wenigsten ausdauern. Niedere Thiere mit harten Schalen hungern ausserordentlich lange, wie ich aus brieflichen Mittheilungen selbst die Beobachtung habe, dass ein afrikanischer Scorpion auf einer Reise nach Holland und dort in den Händen des Dr. De Haan noch neun Monate ohne etwas zu fressen erhalten wurde. Rudolphi erhielt einen Proteus anguinus 5, Zoys 10 Jahre lang in erneuertem Brunnenwasser. Auch Wassersalamander, Schildkröten und Goldfische kann man Jahre lang ohne Nahrung erhalten. Von Schlangen ist es bekannt, dass sie oft halbe Jahre lang hungern. Vögel lebten in Redi's Versuchen 5 bis 28 Tage; ein Seehund ausser Wasser und ohne Nahrung 4 Wochen, Hunde 25 bis 36 Tage ohne Speise und Trank. Menschen ertragen Hunger und Durst in der Regel nicht viel länger als eine Woche, selten mehr als 2 Wochen, den blossen Hunger viel länger, in Krankheiten noch länger, besonders Irre. Siehe Tiedemann a. a. O. Tiedemann führt Fälle an, in welchen Hungernde, denen vergönnt war, den Durst zu stillen, 50 und mehr Tage ausdauerten. Monate oder wohl gar Jahre langes Fasten gehört, wie Rudolphi mit Recht bemerkt, zum Betrug. Ueber alle in diesem Capitel abgehandelten Gegenstände finden sich ausführlichere Untersuchungen in Tiedemann's *Physiologie. 3. Bd.* Tiedemann, *Untersuchungen über das Nahrungsbedürfniss, den Nahrungstrieb und die Nahrungsmittel des Menschen. Darmstadt* 1836.

## *II. Capitel.* Von den Verdauungsorganen.

### a. Darmkanal im Allgemeinen.

Es scheint ein allgemeiner Charakter der Thiere zu seyn, dass sie eine innere Höhle zur Verwandlung der Nahrungsstoffe, zur Verdauung besitzen. Diese Höhle wird Darm genannt, welcher in den mehrsten Fällen schlauchförmig, und an seinem obern und an seinem untern Ende geöffnet ist, zuweilen jedoch nur eine Mundöffnung besitzt, indem die Reste der Nahrungsstoffe durch dieselbe Oeffnung ausgeworfen werden, durch welche sie eindringen. Ueber Agastrica s. Meyen *act. nat. cur. T. XVI. Suppl.*

Bei den Infusorien giebt es nach Ehrenberg's grossen Entdeckungen nicht nur durchgängig einen mit Wimpern umgebenen Mund, sondern Ehrenberg hat auch durch Fütterung mit farbigen Stoffen die Form der Verdauungsorgane dieser Thiere ermitteln, und die Eintheilung der Hauptgruppen dieser Thierlassen auf den Bau der Verdauungsorgane gründen können. Sie sind theils darmlose, mit mehreren dem Munde angehängten Magen versehene Thiere, denen eigentlicher Darm und After fehlt, wie die Monaden u. a; theils mit einem vollständigen Darm und mit Mund und After ausgestattete. Der Darm ist mit vielen blinddarmförmigen, gestielten Magen besetzt, und ist bald kreisförmig zum Munde zurückkehrend, wo dann After und Mund

neben einander an dem gewimperten Umfange des oberen Endes sich befinden, wie bei den Vorticellen; theils gegenmündig, indem Mund und After sich an entgegengesetzten Enden befinden; theils wechselmündig, indem entweder Mund, oder After am Ende des Körpers sind; theils bauchmündig, indem sich beide Oeffnungen am Bauche befinden. Bei einem Infusorium mit Darmkanal, *Loxodes cucullulus*, sind von Ehrenberg nun auch bereits Zähne am Schlundkopf entdeckt worden.

Die Räderthiere, welche durch die mit Wimpern besetzten Räderorgane am Kopfe einen Strudel im Wasser erregen, besitzen einen einfachen, vom Munde zum After gehenden Darm, der selten mit Blinddärmen besetzt ist, und sind zum Theil mit einem von Ehrenberg entdeckten Zahnsystem versehen. Die meisten sind am Anfange des Darms mit zwei drüsenartigen Körpern versehen. Ehrenberg. *Physikal. Abhandl. der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1830 *und* 1831.

Bei den Acalephen oder Quallen fehlt der After mit dem Darm, es werden die Nahrungsstoffe entweder durch den Mund in den Magen aufgenommen, der sich gefässartig im Innern des Thieres verzweigt, wie bei den Medusen; oder die Nahrungsstoffe gelangen durch Saugröhren der Fangarme in den centralen Magen, wie bei den Rhizostomen; oder die Nahrungsstoffe scheinen in einigen Fällen durch Saugröhren aufgenommen, ohne Magenhöhle durch gefässartig verzweigte Verdauungskanäle verbreitet zu werden, wie bei den Berenicen und anderen. Auch in den Fällen, wo sich ein Magen vorfindet, gehen von diesem gefässartige Zweige aus, im Innern des Thieres sich verbreitend. Bei den Polypen, welche theils frei, theils festgeheftet sind, und theils wieder einfach, theils auf einem Polypenstock vereinigt leben, sind die Verdauungsorgane bald einfach, und aus einem blinden sackförmigen Magen bestehend, wie bei den Actinien, Funginen, Madreporinen, Tubiporinen, Corallinen, Pennatulinen, Alcyoninen, Milleporinen, Sertularien, Hydrinen; bald aus einem kurzen Darmkanal gebildet, dessen After sich neben dem Munde öffnet, wie bei den Alcyonellinen. Siehe Hemprich et Ehrenberg *Symbolae physicae. Animalia vertebrata et evertebrata exclusis insectis percensuit* Ehrenberg. *Berolini* 1831. Vergl. Meyen, *Isis* 1828. *Nov. act. nat. cur. T. XVI. Suppl.*

Bei den Eingeweidewürmern ist der Bau der Verdauungsorgane ungemein verschieden. Bei den Blasenwürmern scheint die blasenförmige Körperhöhle die Verdauungsorgane zu vertreten. So scheint es wenigstens beim Cysticercus und Coenurus zu seyn. Bei den Bandwürmern, Cestoidea, ist der Darm nach Mehlis einfach beginnend und sehr bald gabelig getheilt. Bei den Trematoden oder Saugwürmern fehlt der After, und der Darmkanal ist gefässartig verzweigt, obgleich bei den Trematoden, wie z. B. bei Dystoma, noch ein zweites Gefässsystem vorhanden ist, welches am hintern Ende ausmündet, und welches vielleicht mit den feinsten Zweigen des Darmkanals in Verbindung steht. Mehlis *de distomate hepatico et lanceolato. Göttingae* 1825. Laurer *disquis. anatom. de amphistomo conico. Gryphiae* 1830. Bei den

Hakenwürmern, Acanthocephala, fehlt der After und der zweischenklige Darm endet blind. Die Nematoidea, Rundwürmer, besitzen einen schlauchförmigen Darm mit entgegengesetztem Mund und After. Bei den der Gruppe der Eingeweidewürmer, namentlich den Trematoden, so verwandten weisssaftigen Würmern des süssen und salzigen Wassers (Planaria, Prostoma, Derostoma u. a.) zeigen sich auch wieder auffallende systematische Unterschiede, indem Mund und After bei Prostoma und Derostoma vorhanden, und der Darm einfach ist, während die Planarien einen verzweigten Darm (Mund an der untern Fläche des Körpers) ohne deutlichen After besitzen. Ehrenberg *symb. phys.*

Bei den Radiarien ist der Darm zuweilen vollständig mit Mund und After, wie bei den Holothurien und Seeigeln, indem sich Mund und After bei den ersteren an den entgegengesetzten Enden; bei den Seeigeln der Mund in der Mitte der unteren Fläche, der After bald am Scheitel, wie bei Echinus, bald am Rande, wie bei Spatangus, befinden. Bei den Asteriden oder Seesternen fehlen dagegen der After und Darm, und letzterer ist durch blinddarmförmige Anhänge des Magens ersetzt, während bei den Haarsternen, Crinoidea, der Darm und After wieder vorhanden sind, wie bei den Comatulen, wo der After mit dem Munde auf der untern Fläche des Körpers liegt.

Der Darmkanal der Annularien, Crustaceen, Spinnen und Insekten ist immer vollständig mit entgegengesetztem Mund und After; in seiner Organisation bietet er sehr viele Mannigfaltigkeiten dar. Wir führen hier nur als besonders merkwürdig auf: die Art, wie der ungemein kurze Darm bei den Phalangien durch blinddarmförmige Auswüchse vergrössert wird, das Zahngerüst in dem Magen der Krebse und mehrerer Insekten (Orthoptera), und die Zusammensetzung des Magens bei einigen fleischfressenden Insekten. Im Allgemeinen besteht der Darmkanal der Insekten aus der Speiseröhre, aus dem Saugmagen, der jedoch nur einigen der Hymenopteren, den Schmetterlingen und Zweiflüglern zukommt, dem Muskelmagen im Innern mit Zähnen oder Hornleisten besetzt, welcher den fleischfressenden Käfern und den meisten Orthopteren zukommt; dem Chylus bildenden Theil des Darms bis zur Insertion der Malpighi'schen oder sogenannten Gallengefässe, und dem Afterdarm von der Insertion jener Gefässe bis zum After.

Bei den Wirbelthieren zeigt sich der Magen gewöhnlich als eine einfache Erweiterung des Darms. Die Länge des Darms, der bei den Fischen gewöhnlich kurz ist, wird zuweilen durch Vorsprünge der Schleimhaut compensirt, indem z. B. bei den Rochen und Haifischen die innere Wand des Darms eine spiralförmige Klappe vom Magen bis zum After bildet. Der After liegt bei den Fischen meist vor der Harn- und Geschlechtsmündung.

Der Magen der Vögel zeigt eine Zusammensetzung, welche man bei den Fischen und Amphibien noch nicht vorfindet. Ausserdem, dass der Kropf als sackförmiger Anhang der Speiseröhre ein ziemlich allgemeines Organ unter den Vögeln, zur vorläufigen Erweichung der Nahrungsmittel bestimmt, vorkommt, und nur

bei den Klettervögeln, Sumpf- und Wasservögeln, den Insekten fressenden und straussartigen Vögeln fehlt, zerfällt der Magen selbst in zwei Theile: in den sogenannten Vormagen oder Drüsenmagen (Proventriculus), eine Erweiterung der Cardia, deren Wände zwischen Schleimhaut und Muskelhaut mit einer ganzen Schicht von gesonderten Drüsensäckchen besetzt sind, und in den Muskelmagen, welcher unmittelbar auf den erstern folgt. Bei den fleischfressenden Vögeln sind die Wände des Muskelmagens dünner, sehr stark dagegen bei den Pflanzenfressern, wo die Muskelschicht zwei ungeheure muskulöse Schalen bildet, die an der innern Fläche der Schleimhaut mit einer schwieligen, dicken Schicht des Epitheliums bedeckt sind. Der Dickdarm kurz und eng, besitzt an seinem Anfange zwei Blinddärme, die vorzüglich bei den von Vegetabilien lebenden Vögeln lang sind. Der Mastdarm öffnet sich wie bei den Amphibien mit den Ausführungsgängen der Harnwerkzeuge und Geschlechtstheile in die Kloake.

Bei den Säugethieren wird vorzüglich der Unterschied der Pflanzenfresser und Fleischfresser wichtig. Der bei den Vögeln vorkommende Drüsenmagen kommt unter den Säugethieren als gesonderte Abtheilung nicht vor, wiederholt sich bloss in der Anhäufung mehrerer Drüsen an der Cardia einiger Säugethiere, wie beim Biber und Phascolomys u. a. Siehe Home *Lectures on comparative Anatomy. Vol. II.* Mueller *de gland. secernentium penitiori structura. Tab. I. Fig.* 9. 10.

Bei mehreren Nagethieren, wie beim Hamster und der Wasserratte, zerfällt der Magen bereits in zwei Hälften. Bei dem Riesen-Känguruh unterscheidet man 3 und bei den Faulthieren selbst 4 Abtheilungen; unter den Affen haben die Semnopitheci einen zusammengesetzten Magen, welcher aus 3 Theilen, einer Portio cardiaca mit glatten, einfachen Wänden, einer sehr weiten sackförmigen Portion, und einem langen, dickdarmähnlichen Kanal besteht. Bei den wiederkäuenden Thieren zeigt der Magen constant 4 Abtheilungen. Die Zusammensetzung des Magens ist jedoch im Allgemeinen kein Charakter der pflanzenfressenden Säugethiere; denn bei den Einhufern ist der Magen einfach, und die verschiedenen Regionen unterscheiden sich nur, dass die Portio cardiaca noch mit dem Epithelium der Speiseröhre überzogen ist. Unter den dickhäutigen Thieren ist der Magen im Allgemeinen bis auf die dem Pecari und Nilpferde eigenthümlichen Anhänge oder sackförmigen Erweiterungen des Magens von einfacherer Structur. Bei den wiederkäuenden Thieren unter den Pflanzenfressern und bei den Delphinen unter den Fleischfressern hat der Magen eine auffallend zusammengesetzte Structur. Bei den Wiederkäuern, wo sich 4 Magen vorfinden, gleicht nur der letzte durch die saure Beschaffenheit seiner Absonderung dem Magen der übrigen Säugethiere. Die drei ersten Abtheilungen, welche noch mit Epithelium bedeckt sind, können als Abtheilungen der Portio cardiaca betrachtet werden, welche zur vorläufigen Erweichung der vegetabilischen Nahrung bestimmt sind. Unter diesen Abtheilungen zeichnet sich die erste grosse (Wanst,

Pansen) durch die vielen platten Warzen seiner innern Fläche aus; in ihm sind die Nahrungsmittel noch wenig verändert und werden der Einwirkung des Speichels überlassen. Die zweite kleinere Abtheilung, welche mit der ersten in einem weiten Zusammenhange steht, ist der Netzmagen, durch die zellenförmigen, gezähnelten Falten einer innern Haut ausgezeichnet. Im dritten Magen, dem Blättermagen, bildet die Schleimhaut eine grosse Anzahl hoher Längenfalten, die wie Blätter eines Buchs nebeneinander stehen. Das in dem ersten und zweiten Magen erweichte Futter gelangt in einer gewissen Zeit wieder nach der Speiseröhre und in den Mund zurück; erst im wiedergekäuten, verdauten Zustande gelangt es aus der Speiseröhre in den dritten Magen, und erst von hier aus durch eine engere Oeffnung in den vierten Magen, Labmagen, welcher eine weichere Beschaffenheit seiner Schleimhaut und eine längliche, fast darmartige Form besitzt. Man kann den ersten und zweiten Magen als Erweiterungen des Cardiatheils der Speiseröhre und des Magens betrachten. Durch Schliessung der Rinne, durch welche sie mit der Speiseröhre zusammenhängen, kann die Speiseröhre an dem ersten und zweiten Magen vorbei, den Bissen in den dritten gelangen lassen. Unter den Cetaceen kommt die zusammengesetzte Structur sowohl bei den grasfressenden als fleischfressenden vor. Die grasfressenden Monati's haben mehrere Säcke an ihrem Magen, und die fleischfressenden Wallfische haben sogar fünf und mehr Abtheilungen desselben.

Der Darmkanal ist bei den fleischfressenden Säugethieren in der Regel viel kürzer, und der Unterschied der dünnen und dicken Gedärme weniger ausgeprägt; dagegen ist der Grimmdarm bei den meisten Grasfressern sehr weit und sehr lang. Merkwürdige Unterschiede zeigen sich auch am Blinddarm fast durchgängig nach der Art der Nahrung. Dieses Darmstück ist in der Regel bei reissenden Thieren äusserst klein, dagegen bei den Einhufern, Wiederkäuern und den meisten Nagern ungemein lang, z. B. beim Pferd 2½ Fuss lang, beim Biber 2 Fuss lang. Beispiele vom Uebergang der thierischen Nahrung in vegetabilische bilden in gewissen Lebensabschnitten die pflanzenfressenden Säugethiere, indem sie nach der Geburt von Muttermilch ernährt werden; der erste Magen der Wiederkäuer ist, so lange sie noch von Milch leben, klein. Grösser sind die Veränderungen, welche der Darm des Frosches durch die Verwandlung erfährt. Die Larven dieser nackten Amphibien scheinen bei einem ausserordentlich langen Darmkanal vorzüglich von Vegetabilien zu leben.

Das allgemeinste Resultat dieser Vergleichung, auf deren Detail die vergleichende Anatomie einzugehen hat, ist, dass die Verdauung der Vegetabilien ungleich grössern Aufwand thierischer Apparate erfordert, als die Verdauung des Fleisches. Der innige Zusammenhang, in welchem die gesammte Organisation eines Thiers zu seiner Nahrung steht, ist von Cuvier auf eine so bewundernswürdige Weise geschildert worden, dass ich mich nicht enthalten kann, diese Darstellung in seinen eigenen Worten, *Umwälz. d. Erdrinde, übersetzt von* Noeggerath. *Bonn* 1830

*p.* 87, wiederzugeben. Cuvier sagt: Jedes lebende Wesen bildet ein Ganzes, ein einziges und geschlossenes System, in welchem alle Theile gegenseitig einander entsprechen, und zu derselben endlichen Action durch wechselseitige Gegenwirkung beitragen. Keiner dieser Theile kann sich verändern ohne die Veränderung der übrigen, und folglich bezeichnet und giebt jeder Theil einzeln genommen alle übrigen. Wenn daher die Eingeweide eines Thiers so organisirt sind, dass sie nur Fleisch und zwar bloss frisches verdauen können, so müssen auch seine Kiefer zum Fressen, seine Klauen zum Festhalten und zum Zerreissen, seine Zähne zum Zerschneiden und zur Verkleinerung der Beute, das ganze System seiner Bewegungsorgane zur Verfolgung und Einholung, seine Sinnesorgane zur Wahrnehmung derselben in der Ferne eingerichtet seyn. Es muss selbst in seinem Gehirne der nöthige Instinkt liegen, sich verbergen und seinen Schlachtopfern hinterlistig auflauern zu können. Es bedarf der Kiefer, damit es fassen könne, einer bestimmten Form des Gelenkkopfes, eines bestimmten Verhältnisses zwischen der Stelle des Widerstandes und der Kraft zum Unterstützungspunkte, eines bestimmten Umfanges des Schlafmuskels, und letzterer wiederum einer bestimmten Weite der Grube, welche ihn aufnimmt, und einer bestimmten Convexität des Jochbogens, unter welchem er hinläuft, und dieser Bogen muss wieder eine bestimmte Stärke haben, um den Kaumuskel zu unterstützen. Damit das Thier seine Beute forttragen könne, ist ihm eine Kraft der Muskeln nöthig, durch welche der Kopf aufgerichtet wird; dieses setzt eine bestimmte Form der Wirbel, wo die Muskeln entspringen, und des Hinterkopfes, wo sie sich ansetzen, voraus. Die Zähne müssen, um das Fleisch verkleinern zu können, scharf seyn. Ihre Wurzel wird um so fester seyn müssen, je mehrere und stärkere Knochen sie zu zerbrechen bestimmt sind, was wieder auf die Entwickelung der Theile, die zur Bewegung der Kiefer dienen, Einfluss hat. Damit die Klauen die Beute ergreifen können, bedarf es einer gewissen Beweglichkeit der Zehen, einer gewissen Kraft der Nägel, wodurch bestimmte Formen aller Fussglieder und die nöthige Vertheilung der Muskeln und Sehnen bedingt werden; dem Vorderarm wird eine gewisse Leichtigkeit, sich zu drehen, zukommen müssen, welche bestimmte Formen der Knochen, woraus er besteht, voraussetzt; die Vorderarmknochen können aber ihre Form nicht ändern, ohne auch im Oberarm Veränderungen zu bedingen. Kurz, die Form des Zahns bringt die des Condylus mit sich, diejenige des Schulterblattes die der Klauen, gerade so, wie die Gleichung einer Curve alle ihre Eigenschaften mit sich bringt; und so wie man, wenn man jede Eigenschaft derselben für sich zur Grundlage einer besondern Gleichung nähme, sowohl die erste Gleichung als alle ihre andern Eigenschaften wiederfinden würde, so könnte man, wenn eines der Glieder des Thiers als Anfang gegeben ist, bei gründlicher Kenntniss der Lebensökonomie das ganze Thier darstellen. Man sieht ferner ein, dass die Thiere mit Hufen sämmtlich pflanzenfressende seyn müssen, dass sie, indem sie ihre Vorderfüsse nur zur Stüt-

zung ihres Körpers gebrauchen, keiner so kräftig gebauten Schulter bedürfen, woraus denn auch der Mangel des Schlüsselbeins und des Acromium und die Schmalheit des Schulterblattes sich erklärt; da sie auch keine Drehung ihres Vorderarms nöthig haben, so kann die Speiche bei ihnen mit der Ellenbogenröhre verwachsen, oder doch an dem Oberarm durch einen Ginglymus und nicht durch eine Arthrodie eingelenkt seyn; ihr Bedürfniss zur Pflanzennahrung erfordert Zähne mit platter Krone, um die Samen und Kräuter zu zermalmen; diese Krone wird ungleich seyn, und zu diesem Ende der Schmelz mit Knochensubstanz abwechseln müssen. Da bei dieser Art von Krone zur Reibung auch horizontale Bewegung (*musc. pteryg.*) nöthig ist, so wird hier der Condylus des Kiefers nicht eine so zusammengedrückte Erhabenheit bilden, wie bei den Fleischfressern, er wird abgeplattet seyn und zugleich einer mehr oder weniger platten Fläche am Schläfenbein entsprechen; die Schläfengrube, welche nur einen kleinen Muskel aufzunehmen hat, wird von geringer Weite und Tiefe seyn.

### b. Häute des Darmkanals.

Der Darm besteht aus einem serösen Ueberzug vom Peritoneum, aus einer darunter liegenden Muskelhaut, aus einer Tunica propria, welche eine Art Fascie oder festes Gerüste bildet, an welchem nach aussen die Muskelfasern anliegen, und nach Innen die Schleimhaut befestigt ist.

Bei vielen Fischen setzt sich die Schleimhaut der Speiseröhre durch den Luftgang der Schwimmblase in die innere Haut der Schwimmblase fort, welche also die Natur einer Schleimhaut hat. Bei vielen Fischen fehlt jene Verbindung der Schwimmblase mit dem Schlund. (Vergl. oben pag. 310.) Hier scheint es sonderbar, dass die innere Haut der Schwimmblase, obgleich mucöser Natur, doch gegen das Gesetz der mucösen Häute einen geschlossenen Sack bildet. Diese Sonderbarkeit verschwindet indess durch die von Baer gefundene Thatsache der Entwickelungsgeschichte (Froriep's *Notizen.* 848.), indem nämlich die Schwimmblase als eine Ausstülpung des Schlundes sich ursprünglich bildet, bei jenen Fischen also eine Abschnürung einer ursprünglich stattfindenden Communication eintreten muss.

Ueber den Bau der Darmzotten, jener Verlängerungen des Schleimhäutchens im Dünndarm, und ihr Verhältniss zur Resorption ist bereits früher in dem Capitel vom Ursprung und Bau der Lymphgefässe p. 260 gehandelt worden. Hier sind noch die innerhalb des Dünndarms in der Schleimhaut vorkommenden Drüsen zu erwähnen. Man hat dreierlei Formen davon unterschieden: 1. die Lieberkühn'schen Drüsen. Diess sind wohl jene unzähligen, mit dem einfachen Mikroskop erst erkennbaren Löcherchen oder Vertiefungen, welche im ganzen Laufe des Dünndarms in der Mucosa dicht neben einander vorkommen, und bei hinreichender Vergrösserung ihr das Ansehn eines Siebes geben. Von diesen Vertiefungen ist bereits oben pag. 266 gehandelt.

2. die Brunner'schen Drüsen. Sie sind besonders im obern Theile des Dünndarms häufig, und sind mit blossen Augen erkennbare, vereinzelt stehende Folliculi. 3. die sogenannten Peier-schen Drüsen. Diese Organe, welche jedesmal die der Insertion des Mesenterium entgegengesetzte Stelle des Darms einnehmen, sind bis auf den heutigen Tag räthselhaft geblieben, Aus Rudolphi's Abhandlung über die Peier'schen Drüsen (*Anatom. physiol. Abhandlungen. Berlin* 1802.) hat man nur das Allgemeinste von den Formverschiedenheiten dieser meistens ovalen, verdickten Stellen der Schleimhaut kennen gelernt. Da nun aber diese Organe, welche dem Ileum angehören, in der neuern Zeit durch ihre krankhaften Veränderungen, namentlich die in ihnen sich ausbildenden Pusteln und Geschwüre, im Typhus abdominalis, von grosser Wichtigkeit geworden sind, so war eine genaue Kenntniss von der Structur dieser Theile dringend nothwendig geworden, um endlich zu wissen, was sich in jenen Fällen krankhaft verändert und worin diese Veränderung besteht. Was ich hier mittheile, ist das Resultat der hier von Boehm über diesen Gegenstand angestellten Beobachtungen. Es ist bei der Genauigkeit dieser Untersuchungen überflüssig zu bemerken, dass ich die Beobachtungen des Verf. selbst verificirt habe. Um die Peyer'schen Drüsen zu untersuchen, darf man nur den Darmkanal ganz gesunder Menschen zum Gegenstande der Beobachtung wählen. Es ist daher besonders die Schleimhaut des Darmkanals der durch plötzliche Todesart Gestorbenen dazu geeignet. In vielen chronischen Krankheiten, namentlich in den Krankheiten des Darmkanals selbst, werden diese Theile sehr verändert, und man erhält aus der Beobachtung in jenen Fällen ein durchaus falsches Bild von dem Bau dieser Theile im gesunden Zustande. In allen Fällen, wo die Peier'schen Drüsen wie neben einander stehende seichte Zellen aussehen, ist der gesunde Zustand verloren; denn im gesunden Zustande haben jene Organe nichts mit offenen Zellen oder Follikeln gemein. Untersucht man die Peier'schen Drüsen von einem gesunden und durchaus frischen Darmkanal, nachdem man die Schleimhaut sanft abgewaschen und die Drüsen mit einem weichen Pinsel vorsichtig abgepinselt hat, mit dem Mikroskop, so gewahrt man am leichtesten, dass das dichtere Ansehn der Schleimhaut an den Stellen, wo Peier'sche Drüsen sind, zum Theil von der Grösse und Stärke der hier befindlichen Darmzotten herrührt, welche hier im Ganzen breiter und vorzüglich an ihrer Wurzel breiter ausgezogen sind. Die grössere Dichtigkeit der Schleimhaut an jenen Stellen rührt aber nicht bloss von der Stärke der Flocken her, sondern liegt auch in dem Gewebe der Mucosa selbst. Untersucht man den Boden der Schleimhaut der Peier'schen Drüsen zwischen den auf ihr sitzenden Zotten, so bemerkt man, dass die in der ganzen Schleimhaut des Dünndarms vorkommenden Löcherchen oder Grübchen (Lieberkühn'sche Drüsen?) auch hier zwischen den Zotten in grosser Anzahl vorhanden sind, ohne sich von ihrem Verhalten im übrigen Theil des Darmkanals zu unterscheiden. Man sieht aber auch zwischen den Zotten grössere, gegen

1 Linie breite, rundumschriebene weisse Stellen der Schleimhaut, welche beim Menschen ziemlich flach und wenig erhaben, bei den Thieren und namentlich bei dem Hund, der Katze, dem Kaninchen ziemlich hervorragend sind, und beim Hund wie weisse Papillen aussehen, in anderen Fällen einige Aehnlichkeit mit den Papillae vallatae der Zunge in ihrer Form haben, indem sie, wie bei dem Kaninchen und bei der Katze, von einer kreisförmigen Furche umzogen sind und eine mehr platte Oberfläche darbieten. Beim Menschen sind diese runden Stellen fast gar nicht erhaben, sondern flach und ohne sie umgrenzende Furchen. In allen Fällen, sowohl bei Menschen als beim Hund, bei der Katze und dem Kaninchen, sind diese runden weissen Stellen von einem Kranz von Oeffnungen umgeben, und diese Oeffnungen sehen gerade so aus wie die Löcherchen zwischen den Zotten auf den Peier'schen Drüsen in der übrigen Mucosa, oder wie die Lieberkühn'schen mikroskopischen Drüschen. Sie unterscheiden sich von jenen nur dadurch, dass die Oeffnungen zuweilen weniger rundlich als länglich sind, so zwar, dass der Längendurchmesser dieser Oeffnungen in der Richtung der Radien jener runden weissen Stellen liegt. Dieser Kranz von Oeffnungen, deren bei Menschen um eine solche Stelle gegen zehn und mehr sind, ist meistens kreisförmig, selten etwas unregelmässig. Auf den runden weissen Stellen, die bei den Thieren Papillen sind, sieht man in den meisten Fällen keine Spur von Oeffnungen, nur bei den Vögeln gelingt es, eine kleine Oeffnung zu sehen. Ich habe diess Verhalten bei der Katze schon in meiner Schrift (*De penitiori gland. structura*) dargestellt, und Tab. I. Fig. 11. abgebildet, wo noch das Eigenthümliche vorkommt, dass um jeden Kranz der Oeffnungen herum eine scheidenförmige, überaus feine Falte verläuft. Herr Boehm hat den Bau bei vielen anderen Thieren und dem Menschen untersucht. Die runden weissen Stellen, auf welchen keine Oeffnungen vorkommen, sind in der Regel von Zotten entblösst; nur selten und ausnahmsweise bemerkt man bei Menschen auf einer oder der andern dieser runden, gegen 1 Linie grossen weissen Stellen Spuren von kurzen Zotten, oder auch zuweilen eine ganz kurze pyramidale, weissere Zuspitzung der flachen Erhabenheit; in der Regel sind diese Stellen ganz eben. Alle Versuche bei Menschen und bei Säugethieren, aus diesen Stellen ein Secret herauszudrücken und ihre Follicularstructur zu erweisen, sind missglückt; auch dringt beim Druck auf diese Stellen nichts aus den rundum stehenden Oeffnungen hervor. Um so auffallender ist es, dass, wenn man die Oberfläche dieser Stellen aufritzt, man zu einer Aushöhlung gelangt, welche den Umfang der weissen Stelle besitzt und ziemlich tief, aber nicht so tief als breit ist; dass in dieser Aushöhlung ein graulichweisser, schleimiger Stoff enthalten ist, der von der ungemein dünnen Decke dieser Stellen eingeschlossen wird. Die Körnchen dieses Stoffes sind feiner als die gewöhnlichen Schleimkörner. Es geht hieraus hervor, dass weit offene Folliculi und Zellen in den Peier'schen Drüsen gar nicht vorkommen; was jene Säckchen sind, bleibt unbekannt. Bei den Thieren sieht man

nach dem Abziehen der Mucosa Vertiefungen in der Tunica propria, welche dem Fundus jener Stellen entsprechen. Erst durch Zerstörung der Oberfläche der weissen, porenlosen Stellen entstehen Zellen oder weit offene Folliculi, wie man sie an krankhaft veränderten oder sogenannten Peier'schen Drüsen so häufig und leicht sieht.

Die dritte Schicht der Verdauungswege bildet das contractile Fasergewebe oder die Muskelhaut, die ohne Unterbrechung vom Schlund bis zum After sich fortsetzt und Verlängerungen in die Ausführungsgänge der grossen Drüsen schickt, indem, wie pag. 472. gezeigt worden ist, die Ausführungsgänge dieser Drüsen irritabel sind, und auf Reize und ohne Reize sich zusammenziehen.

Die seröse Haut des Darmkanals gehört dem in der Bauchhöhle gelegenen Theile desselben an, und entsteht dadurch, dass der Darmschlauch von aussen so in den Peritonealsack hineingeschoben ist, dass er, wie die Leber und die Milz, zugleich einen Ueberzug von dem Peritoneum erhält, der sich hinter dem Darm von beiden Seiten an einander legt und dadurch das Gekröse oder Aufhängeband des Darms bildet. Das Gekröse kommt an dem grössten Theile des Darmkanals vor, nur das Duodenum hat kein Gekröse. In der frühesten Zeit des Embryolebens hat auch der Magen ein Gekröse, wie ich (Meckel's *Arch.* 1830. *pag.* 395.) gezeigt habe. Durch merkwürdige Veränderungen wird dieses Gekröse des Magens (Mesogastrium) später zum grossen Netz, indem es sich beutelförmig herabsenkt; aber erst im 3—4. Monat des Embryolebens verwächst das grosse Netz mit dem Colon und dem Gekröse desselben (Mesocolon transversum), so dass hierdurch erst jene merkwürdige, sonst unerklärliche Verbindung des Magens mit dem Colon durch das grosse Netz entsteht. Eine Verbindung, die schon bei vielen Säugethieren (Hund, Katze, Igel, Kaninchen, Pferd) fehlt, indem bei diesen das grosse Netz oder Mesogastrium sich in der hintern Unterleibswand inserirt, und von dem Mesocolon transversum ganz verschieden ist. Im Anfange, und zwar in der 4. und 5. Woche des Embryolebens des Menschen, hat der Magen noch eine fast senkrechte Lage, indem die kleine Curvatur nach rechts, die grosse nach links liegt, und der Pylorus nach abwärts gerichtet ist; so ist auch die Befestigung des Magens an die hintere Bauchwand noch eine senkrechte Falte, welche von der Mittellinie der Wirbelsäule ausgeht, sich nach links gegen die grosse Curvatur des senkrechten Magens wendet und sich hier ansetzt, um mit ihren zwei Blättern den Magen zwischen sich zu nehmen, so dass sich das linke Blatt dieser Falte über die vordere, das rechte über die hintere Fläche des Magens umbiegend fortsetzt. An dem obern Theile der kleinen Curvatur treten die Blätter wieder zusammen und bilden vereinigt eine Falte zur Leber.

Diese von der Mittellinie hinten ausgehende doppeltblättrige Falte des Bauchfells, welche sich links wendend die grosse Curvatur des senkrechten Magens erreicht, und diesen zwischen sich

nimmt, ist jetzt noch ein wahres Magengekröse, welches ich, so lange es als solches besteht, Mesogastrium nenne.

Da nun der Ausgang dieses Magengekröses jetzt noch in der Mittellinie der hintern Bauchwand ist, das Mesogastrium aber, um die grosse Curvatur des Magens zu erreichen, sich nach links wendet, so entsteht durch dieses Mesogastrium hinter dem Magen ein Beutel von halbmondförmiger Form, und zwar ein Sack, dessen Eingang an dem untern Theil der kleinen Curvatur rechts ist, dessen vordere Wand der Magen selbst, dessen hintere Wand das Mesogastrium ist.

Der Eingang in diesen Beutel des Mesogastrium rechts unter der Leber, unter der Falte, welche von der kleinen Curvatur an die Leber geht, ist noch sehr gross; er ist das spätere Foramen Winslowii. Nach oben wird dieser Eingang etwas bedeckt, dadurch eben, dass das Peritoneum von der spätern Fossa hepatis transversa faltenförmig, als Ligamentum gastrohepaticum zur kleinen Curvatur des Magens tritt, um sich über den Magen in die Blätter des Mesogastrium fortzusetzen.

Indem aber der Magen sehr früh sich platt legt, wird die Richtung des Mesogastrium von der des Mesenterium verschieden; denn das Mesenterium, so lange es noch senkrecht ist, trennt die Bauchhöhle zu seinen Seiten hinten in einen gleichen rechten und linken Theil; das Mesogastrium aber geht zwar auch senkrecht von der Mittellinie aus, tritt aber nach links an die grosse Curvatur des Magens, und bildet, statt auf beiden Seiten des Magens gleiche Räume, vielmehr zu seiner Rechten hinter dem Magen einen blinden Beutel mit rechter Oeffnung, während die der linken Seite des Darms entsprechende Seite des Magens zur vordern geworden ist.

Der hinter dem Magen befindliche Beutel behält seine Form, nur wird der Eingang in diesen Beutel auf der rechten Seite unter der Leber kleiner, je mehr die von der Leber zur kleinen Curvatur gehende Falte des Peritoneum sich herabzieht, der Pylorus aber sich mehr gegen die Leber aufrichtet, und der Magen überhaupt aus seiner senkrechten Lage in eine schiefe übergeht. So lange der Magen senkrecht steht, ist die Ausgangsstelle oder Insertion des Mesogastrium hinten auch senkrecht in der Mittellinie vor der Wirbelsäule, indem es von hier links nach der grossen Curvatur des Magens sich wendet und rechts den beschriebenen Peritonealbeutel lässt. Indem aber die grosse Curvatur allmählig mehr zur untern, die kleinere Curvatur zur obern wird, verändert auch das Mesogastrium allmählig seine Insertion an die hintere Bauchwand, und rückt aus der mittlern senkrechten mehr in eine schiefe Richtung nach links. Zugleich wird der durch das Mesogastrium gebildete Beutel da, wo er mit seinen Lamellen an die grosse Curvatur des Magens tritt, unten etwas verlängert und dieser von dem Magen aus sich verlängernde Theil des Beutels wird etwas runzlig.

Wenn sich nun endlich in der Lagenveränderung des Magens die Insertion des Mesogastrium aus der senkrechten Richtung schief nach links gewendet hat und zuletzt zum Theil quer

wird, so rückt der in dem Peritonealbeutel des Mesogastrium und Netzes eingeschlossene Raum ebenfalls immer mehr nach der linken Seite und in die Quere, und es entsteht vollends der obere hintere Peritonealraum hinter dem Magen, während dieser Raum früher ganz zur rechten Seite des beutelförmigen Mesogastrium war.

Noch sind das Mesogastrium oder grosse Netz, und das Mesocolon transversum in keiner Communication als mittelbar durch die hintere Peritonealwand, in welche die Blätter des Mesogastrium und Mesocolon übergehen. Allein je mehr das Colon sich bogenförmig aufstellt und höher gegen den Magen hinaufrückt, der Peritonealbeutel des grossen Netzes oder Mesogastrium aber sich tiefer aussackt, und seine schiefe Insertion in die hintere Peritonealwand herabrückt, kommen sich die Insertion des Mesogastrium oder grossen Netzes und die Insertion des Mesocolon transversum immer näher. Auf diese Art wird das zwischen der Insertion des Mesogastrium oder Netzes und Mesocolon transversum liegende Stück der hintern Peritonealwand immer kleiner und mehr und mehr als Fortsetzung der äussern Lamelle des Netzbeutels herabgezogen, bis der Zwischenraum zwischen der Insertion des Mesogastrium oder grossen Netzes und des Mesocolon transversum gleich Null wird. Diese Annäherung schreitet von rechts nach links vor, weil die Insertion des Mesogastrium eine nach links aufsteigende schiefe Linie ist.

Diese Verwachsung ist zuerst von Meckel entdeckt und von mir bestätigt worden. Zuletzt scheint nun das Netz hinten an das Colon transversum selbst sich zu inseriren. Dann geht die innere Lamelle des Netzbeutels über die obere Seite des Colon transversum in die obere Platte des Mesocolon transversum, und sofort in die hintere obere Peritonealwand über; die äussere Lamelle des Netzbeutels, welche von der vordern Fläche des Magens kommt, scheint dann über die untere Seite des Colon transversum in die untere Platte des Mesocolon überzugehen, obgleich sie nur am Colon transversum verwachsen ist.

Die Bedeutung des Netzes für die Function der Verdauungsorgane kann auf keinen Fall gross seyn, da es schon bei mehrern Säugethieren seine anatomischen Verbindungen aufgiebt und sich als ein blosses schlaffes Band des Magens beweist.

## *III. Capitel.* Von den Bewegungen des Darmkanales.

Die Muskelhaut des Darmkanals gehört zu den von dem Nervus sympathicus abhängigen, unwillkührlich beweglichen Theilen, auf welche das Nervensystem der willkührlichen Bewegungen keinen unmittelbaren, sondern limitirten Einfluss hat, wie er sich in den mannigfaltigen Sympathieen dieses Apparates mit dem Gehirn und Rückenmarke äussert. Nur am Anfange und Ende dieses unwillkührlich beweglichen Apparates ist er mit Muskeln versehen, die dem Cerebrospinalnervensystem unterworfen und willkührlich beweglich sind. Diess sind die Muskeln des Mundes, die Kau- und Schlundmuskeln einerseits und die Aftermuskeln andrerseits. Der

Schlund ist noch willkührlich beweglich, die Speiseröhre nicht mehr, obgleich der Nervus vagus beide versieht. Diess sonderbare Factum lässt sich auf doppelte Art erklären, entweder 1. dadurch, dass man annimmt, dass der untere Theil des Nerv. vagus, welcher die Plexus oesophagi bildet, durch die Verbindungen mit dem Nervus sympathicus seinen willkührlichen Einfluss verliert, oder 2. dass man nach der Hypothese von Arnold', Scarpa und Bischoff (*Nervi accessorii anatomia et physiologia. Heidelb.*) annimmt, die motorische Kraft des N. vagus sey diesem überhaupt nicht original eigen, sondern komme ihm von dem Nervus accessorius, während der N. vagus selbst bloss Empfindungsnerve sey, wonach dann die Bewegungsäste des N. vagus, nämlich Nervus pharyngeus und Nervi laryngei von dem N. accessorius ihre motorische Kraft erhielten, der untere Theil des. N. vagus aber keine motorische Kraft besässe, womit denn allerdings die Thatsache übereinstimmen würde, dass man nach Magendie's und meinen Versuchen durch auf den N. vagus applicirte Reize durchaus keine Bewegungen des Magens hervorbringen kann. Tiedemann und Gmelin wollen auf mechanische Reize des N. vagus zwar solche beobachtet haben. Ich habe indess diese Versuche zu oft an Säugethieren (Kaninchen, Hunden) und Vögeln angestellt, und muss annehmen, dass in dem Tiedemann'schen Falle ein Beobachtungsfehler stattgefunden habe. Welche jener beiden Hypothesen, von dem verschiedenen Verhalten des N. vagus am Schlunde und an der Speiseröhre, richtig ist, lässt sich bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse noch nicht sicher entscheiden. Man sehe das Nähere über die Physiologie des N. vagus im 3. Buch.

Den Mechanismus des Saugens, Ergreifens und Kauens setze ich als bekannt voraus. Vergl. Treviranus *Biologie. T.* 4. Räthselhaft müssen die inneren Gründe solcher instinktmässigen Handlungen, wie das unmittelbare Saugen der Neugebornen seyn. Es ist hier schwer, sich vorläufig mit Cuvier's Antwort über Instinkt zufrieden zu stellen, dass diese auch noch so jungen Thiere durch einen in ihrem Gehirn sich mit Nothwendigkeit wiederholenden Traum von Bildern zu solchen Handlungen genöthigt sind, eine gleichsam angeborne Idee, welche von ihrer Organisation und ihren Bedürfnissen ausgeht, wie die Gleichung einer Curve alle Eigenschaften der letztern mit sich bringt. Man kann sich indess vorläufig auch mit der Antwort begnügen, dass in dem Sensorium des Säuglings ein unwiderstehlicher Trieb zur Ausführung möglicher Saugbewegungen ist, so dass Säuglinge auch an ihren eigenen Lippen saugen und abgeschnittene Köpfe ganz junger Thiere noch die dargebotenen Finger umfassen, wie Mayer gesehen.

Ausführlicher werden hier nun die Schlingbewegungen, die Bewegungen des Magens, des Wiederkäuens, das Erbrechen und Aufstossen, die Bewegungen der Gedärme und die Ausleerung der Speisereste abgehandelt.

1) *Schlingen.*

Das Schlingen hat drei Akte; in dem ersten passiren die von der Zunge zu einem Bissen gesammelten Theile zwischen der

Oberfläche der Zunge und dem Gaumengewölbe bis hinter die vorderen Bogen des Gaumens, im zweiten Acte gelangt der Bissen bis über die Constrictoren des Schlundes hinaus, im dritten passirt er die Speiseröhre. Diese drei Acte erfolgen überaus schnell hinter einander; der erste wird von den der willkührlichen Bewegung fähigen Muskeln der Zunge unter dem Einflusse der Nervi hypoglossus und glossopharyngeus mit Willkühr ausgeübt, der zweite Act erfolgt zwar unter Mitwirkung von Muskeln, die zum Theil auch der willkührlichen Bewegung fähig sind, wie der oberen und unteren Gaumenmuskeln, ist aber doch eine unwillkührliche Bewegung; denn die Bewegungen zum zweiten Acte des Schlingens erfolgen unwiderstehlich, sobald man durch die Zunge einen Bissen oder Getränk oder Speichel bis an eine gewisse Stelle der Zunge gebracht.

Der dritte Act wird unwillkührlich von Bewegungen ausgeführt, welche auch sonst nicht willkührlich seyn können.

Die Ausführung des zweiten Actes ist eine sehr zusammengesetzte Operation, worüber die Schrifsteller der verschiedensten Meinung sind. Zur Einsicht desselben ist vorzüglich eine richtige Ansicht von den Stellungen der Bogen des Gaumensegels in den verschiedenen Bewegungen desselben nöthig. Der Gaumen hat bekanntlich zwei untere Muskelbogen, den vorderen durch die aus den Musc. glossopalatini gebildeten Schenkel, den hintern durch die aus den Musc. pharyngopalatini gebildeten Schenkel. Die Schenkel des vordern und hintern Bogens weichen jederseits von einander und haben die Mandeln zwischen sich, indem der Schenkel des vordern Bogens sich an die Zunge, der Schenkel des hintern Bogens sich nach hinten und abwärts an den Schlund anschliesst; im Gaumen selbst convergiren jederseits die Schenkel des vordern und hintern Bogens, und daher kann man sich die Uvula als im Mittelpunkt der Convergenz oder als im Mittelpunkt eines von jenen Muskelbogen ausgeführten Kreuzgewölbes denken. Ueber die Wirkung dieser Muskeln hat neuerlich Dzondi (*die Functionen des weichen Gaumens. Halle* 1831.) mehr Licht verbreitet. Die Wirkung des vordern Bogens ist, in Verbindung mit der Zunge, die eines Schliessmuskels, und der vordere Bogen führt mit Recht den Namen Constrictor isthmi faucium. Dieselbe Wirkung äussert auch der hintere Muskelbogen, wenn seine oberen und unteren Insertionspunkte fest sind. Wenn aber das Gaumensegel durch den Musc. tens. veli palatini fixirt ist, wenn die unteren Schenkel sich durch Zusammenziehung des Schlundes selbst einander nähern, so muss die Contraction der Musc. pharyngopalatini bewirken, dass sich die hinteren Bogen des Gaumensegels wie zwei Vorhänge von den Seiten einander nähern und den Durchgang zwischen den hinteren Gaumenbogen zu einem ritzähnlichen Schlitze machen; welcher unten sich erweitert. Dzondi hat nun bewiesen, dass diese Annäherung der Seiten des hintern Gaumenbogens oder des hintern Gaumenvorhangs im Schlingen fast bis zur Berührung erfolgt, und in der That kann man sich überzeugen, wenn man bei untersuchendem Finger zu schlingen versucht, oder wenn man am Spiegel, bei herabgedrückter Zunge Schling-

versuche macht, dass diese Annäherung wirklich erfolgt und dass die Musculi pharyngopalatini, durch diese Annäherung, den Weg des Bissens von dem obersten Theil des Rachens und den Choanen mit einem herabhängenden und schief nach hinten und unten geneigten Planum inclinatum absperren. Das Zäpfchen ist hierbei erschlafft und liegt bei der Annäherung der Schenkel des hintern Gaumenvorhangs vor der übrigbleibenden Ritze. Ich habe diese Versuche wiederholt und sie bestätigt gefunden. Es ist also unrichtig, wenn die meisten Schriftsteller behaupten, die Abschliessung der Choanen von dem Schlund geschehe beim Schlingen durch Hinaufziehen des Gaumensegels, eine Bewegung, wodurch überhaupt beide nicht vollkommen von einander abgeschlossen werden können. Bei allen Bewegungen, wo der Nasenkanal von dem Mundkanal excludirt wird, geschieht diess durch die schon beschriebene Bewegung der Annäherung der Schenkel des hintern Gaumenbogens, oder, wie Dzondi sagt, des hintern Gaumenvorhangs.

Der Mechanismus des Schlingens ist demnach, nach Dzondi, folgender. Im ersten Act wird der Bissen durch Anpressen der Zunge an den Gaumen bis hinter die Gegend des vorderen Gaumenbogens gebracht. Im zweiten Act bewirkt die Zunge, indem sie sich nach hinten zurückzieht, und der sich hinter dem Bissen zusammenziehende Muskel des vordern Gaumenbogens oder des Constrictor isthmi faucium, die weitere Bewegung. Die Direction der Bewegung wird bestimmt durch die Wände des Rachens in diesem Moment. Durch die Zurückbiegung der Zungenwurzel wird der Kehldeckel auf den Eingang des Kehlkopfs, der gehoben und nach vorn unter die Wurzel der Zunge geschoben wird, gedrückt, und der Bissen gleitet ohne Gefahr der Stimmritze weiter. Da nun im zweiten Act auch die Annäherung der Schenkel des hintern Gaumenbogens eintritt, so ist der Weg in die Choanen und den obern Theil des Rachens abgesperrt, und der Bissen gleitet von dem Planum inclinatum des hintern Gaumenvorhanges in den ihm angenäherten Schlund, durch dessen Contraction er in die Speiseröhre weiter gelangt. Bei dieser Bewegung sind die Zunge, die Muskeln des vordern und hintern Gaumenbogens und die oberen Muskeln des Gaumensegels (durch Anspannung und Fixation des Gaumensegels) und die Constrictores pharyngis zugleich thätig, während das Gaumensegel weder herabgezogen, noch hinten aufgezogen, sondern nur angespannt und ein wenig gehoben ist. Siehe Dzondi *l. c. Tab. IV.*

In der Speiseröhre, welche keiner willkührlichen Bewegung fähig ist, wird jede erweiterte, den Bissen aufnehmende Stelle von dem Bissen zur Contraction gereizt; diese wellenförmig fortschreitende Contraction erfolgt, wie man namentlich bei Pferden beim Trinken sieht, überaus schnell; nur bei grossen Bissen und zu häufigem Schlingen ist die Bewegung langsam, und man fühlt das schmerzhafte Fortrücken. Der Bissen und das Getränk sind hierbei in jedem Moment von contractilen Wänden eingeschlossen, die sich an den Bissen anlegen. Diess fällt weg, wenn die

Speiseröhre bei Sterbenden bereits gelähmt ist, wo das Getränk mit Kollern hindurchfällt.

Die Bewegungen des dritten Actes sind rein unwillkührlich, und werden von Muskelfasern der Speiseröhse ausgeführt, welche keiner Spur willkührlicher Bewegungen fähig sind. Die im zweiten Act thätigen Muskeln sind willkührlicher Bewegungen fähig, wie die Muskeln der Zunge und des Gaumens und Schlundes, und in der That kann man auch ohne Bissen, wenn der Rachen nur feucht ist, willkührlich schlingen (obgleich nicht oft hinter einander). Man kann ferner einen Theil dieser Bewegungen, wie z. B. das Annähern der Schenkel des hintern Gaumenbogens, willkührlich veranlassen, ohne dass es zum Schlingen kommt. Man kann sogar am Spiegel sich überzeugen, dass wir einigen willkührlichen Einfluss auf die Muskeln des Schlundkopfes ausser dem Schlingen haben. Allein wenn mehrere dieser Bewegungen (z. B. die der Zunge und des hintern Gaumenbogens) zu gleicher Zeit willkührlich oder durch Reiz vorgenommen werden, so folgen die Bewegungen der ganzen zum Schlingen gehörigen Muskelgruppe mit den Constrictoren von selbst, und jeder bis an eine gewisse Grenze im Munde gekommene Theil von Getränk, Bissen, Speichel muss unwiderstehlich verschlungen werden.

Das Verschlingen der wahren Schlangen, welche ihre Oberkiefer einigermassen, wie die Hälften des Unterkiefers von einander entfernen können und durch ihre langen, an beweglichen Ossa temporalia aufgehängten Gelenkbeine für den Unterkiefer den Rachen ungeheuer erweitern können, ist, wie Rudolphi richtig bemerkt, ein Herüberziehen der Schlingwerkzeuge über die grosse Beute.

Magendie (*Mémoires sur l'usage de l'épiglotte dans la déglutition. Paris* 1813.) hat bestätigt, was schon Galenus berichtet, dass sich die Stimmritze selbst beim Schlucken schliesst. Er ist aber wohl zu weit gegangen, wenn er glaubt, aus Versuchen an Thieren, die Entfernung des Kehldeckels hebe das Schlingen nicht auf. Wenn man diess auch zugäbe, so ist es eben so gewiss aus den zahlreichen Beobachtungen über Verlust des Kehldeckels durch Kehlkopfschwindsucht und Reichel's Versuche, *de usu epiglottidis. Berol.* 1816., dass das Schlingen hierdurch sehr beschwert wird. Vergl. Rudolphi, *Physiol.* 2. *p.* 378. Lund, *Vivisectionen. Kopenhagen* 1825. *p.* 9. Bei den wallfischartigen Thieren ist der obere, hier schnabelförmige Theil des Kehlkopfs gegen die Nasenhöhlen heraufgezogen. Die Speisen gelangen hier durch den Druck der Zunge zu den Seiten des Kehlkopfes in den Schlundkopf. Den übrigen Thieren, ausser den Säugethieren, fehlt das Gaumensegel und in der Regel auch der Kehldeckel.

2. *Bewegungen der Speiseröhre.*

Magendie hat eine eigenthümliche Beobachtung über die rhythmischen Zusammenziehungen des untersten Theils der Speiseröhre ausser dem Schlingen gemacht, welche ich bestätigt habe. Diese Zusammenziehungen geschehen von oben nach der Cardia hinab und schnell, dauern ungefähr 30 Secunden und nach Ma-

gendie um so länger (bis 10 Minuten), je voller der Magen ist. Die Zusammenziehung geht, nach meiner Beobachtung, allmählig in Erschlaffung über, worauf wieder die Zusammenziehung folgt. Magendie konnte zur Zeit der letztern nichts vom Contentum des Magens in die Speiseröhre treiben, während bei der Erweiterung die Flüssigkeiten durch ihre blosse Schwere hineinglitten. Was auf diese Art in die Speiseröhre gelangte, wurde entweder (obgleich nur selten) ausgeworfen oder (gewöhnlich) durch die Zusammenziehungen der Speiseröhre in den Magen wieder zurückgetrieben. Man darf sich daher die Cardia nicht jederzeit gleich stark geschlossen denken; bei Dyspepsie scheint die Erschlaffung noch häufiger zu seyn, und es ist hieraus die Eructation, das Aufstossen von Luft und Speisen erklärlich, sey es, dass die Zusammenziehungen des Magens im Moment der Oeffnung der Cardia den Inhalt hervortreiben oder die mit der Zusammenziehung des Zwerchfells erfolgte Verkleinerung der Bauchhöhle einen Druck auf den Magen anbringt.

Magendie's, Legallois's und Beclard's Versuche haben gezeigt, dass die Speiseröhre beim Erbrechen in einer dem Schlingen entgegengesetzten antiperistaltischen Bewegung ist. Bei dem Erbrechen, welches durch Einspritzen von Brechweinstein in die Venen erfolgt, sahen sie die Bewegungen der Speiseröhre, auch nachdem sie vom Magen getrennt worden. Lund l. c. p. 15.

3) *Bewegungen des Magens.*

So energisch die Zusammenziehungen der starken Magenmuskeln bei den körnerfressenden Vögeln seyn müssen, so gewiss die mechanische Gewalt in dem mit Zähnen bewaffneten Magen vieler Crustaceen und Orthopteren unter den Insekten wirkt, so schwach sind die Bewegungen des membranösen Magens im gesunden Zustande. Man sieht zwar bei Vivisectionen von Hunden, Kaninchen, dass die Magenwände nicht schlaff den Mageninhalt umschliessen, aber der Magen zeigt den auffallendsten Contrast gegen die unaufhörlichen peristaltischen Bewegungen der Gedärme, die sie besonders auf den Reiz der atmosphärischen Luft annehmen. Bei den Wiederkäuern, wo sich öfter aus verschluckten Haaren Haarbälle bilden, welche deutliche Spuren einer drehenden oder Cirkelbewegung zeigen, muss die Bewegung des Magens stärker seyn.

Die Reizung des N. vagus durch Galvanismus, bei Kaninchen, Hunden und fleischfressenden Vögeln, scheint gar keinen Einfluss auf den Magen zu äussern, eben so wenig, wie die Reize des Ganglion coeliacum bei Kaninchen. Nur Reize auf den Magen selbst angewendet, bewirken sogleich Zusammenziehung.

Es geht hieraus hervor, wie sehr sich diejenigen täuschen, welche bei der Zerkleinerung der Speisen auf die Bewegungen des Magens viel rechnen. Die peristaltischen Bewegungen des Magens habe ich nie deutlich gesehen, ich beschreibe sie daher nach Magendie, *Préc. élément. de physiol.* 2. *ed.* 2. *p.* 87. In der ersten Zeit der Verdauung bleibt der Magen gleichförmig ausgedehnt, später zieht sich die Portio pylorica in ihrer ganzen Ausdehnung zusammen, wo sich die in Speisebrei verwandelten Nahrungsmittel

anhäufen, während die weniger alterirten Stoffe in der Portio splenica sich befinden. Die peristaltischen Bewegungen, die sich nach Magendie auch nach Durchschneidung der N. vagi fortsetzen, sind folgende. Nachdem der Magen einige Zeit unbeweglich gewesen, zieht sich der Anfang des Duodenums zusammen, ebenso der Pylorus und die Portio pylorica; diese Bewegung treibt den Chymus gegen den Fundus. Darauf dehnt sich der Magen wieder aus und nun contrahirt sich die Portio pylorica von der linken zur rechten und treibt den Chymus gegen das Duodenum, wo er durch den Pylorus durchgeht, wenn die Speisen die gehörige Auflösung im Magen erlitten haben. Diese Bewegungen wiederholen sich einige Mal, darauf hören sie auf, um sich nach einer bestimmten Zeit zu wiederholen. Ist der Magen voll, so beschränkt sich die Bewegung auf die dem Pylorus zunächst gelegene Partie, in dem Maass als er sich entleert, dehnt sich die Bewegung aus und zeigt sich auch in der Portio splenica, wenn der Magen fast leer ist.

Schultz (*de alimentorum concoctione. Berol.* 1834.) nimmt an, dass die Bewegung des Magens bei Thieren mit stärkerem Fundus so stattfinde, dass die Speisen innerhalb der beiden Curvaturen Cirkel beschreiben, wie beim Kaninchen und beim Pferd, während bei den reissenden Thieren mit geringerm Fundus die Speisen abwechselnd gegen den Pylorus hin und wieder zurückgetrieben werden; daher sollen die ersteren Thiere schwer, die letzteren leichter brechen.

Beaumont hat die Bewegungen des Magens an einem Menschen beobachtet, der von einer Schusswunde ein ansehnliches Loch im Magen behielt, dessen Ränder mit den Bauchwänden verwachsen waren. W. Beaumont *experiments and observations on the gastric juice and the physiology of digestion. Boston* 1834.

Ausser der Verdauung ist der Magen zusammengezogen. Sobald die Speisen in den Magen getreten, bewegen sie sich aus dem Fundus von links nach rechts entlang der grossen Curvatur, dann entlang der kleinen Curvatur von rechts nach links. Diese Bewegungen sah er auch an den Ortsveränderungen, welche die Kugel des in den Magen gebrachten Thermometers erlitt. Die Umwälzungen sind in 1—3 Minuten vollendet. Sie nehmen mit dem Fortschritt der Chymification an Schnelligkeit zu.

Nach Beaumont finden in der Portio pylorica am Anfang des conischen Theils derselben 3—4 Zoll von dem dünnen Ende eigenthümliche Contractionen und Relaxationen statt; der an diese Stelle gebrachte Bulbus des Thermometers wurde von Zeit zu Zeit festgehalten und 3—4 Zoll weit gegen den Pylorus hingezogen. A. a. O. p. 113.

Im Anfang der Verdauung scheint der Pylorus ganz verschlossen. Die Verschliessung des Pylorus kann so stark seyn, dass nach Wepfer, Tiedemann und Gmelin selbst aus dem ausgeschnittenen Magen nichts entweicht. Nach Abernethy gehen beim Menschen anfangs nicht einmal leicht Getränke durch den Pylorus, er fand bei einer Person, die sich durch Opium vergiftet und der man während des Lebens viel Flüssigkeit einge-

flösst hatte, alle Flüssigkeit nach dem Tode noch im Magen. Nach Magendie wird durch den Magen schon der grösste Theil der Flüssigkeit aufgesogen; doch soll beim Pferde das Wasser schnell durch den Pylorus durchgehen und bis in das geräumige Coecum gelangen, so wie auch das Futter zum Theil unaufgelöst schon durch den Pylorus durchgeht. Coleman liess ein Pferd viel Wasser trinken; nach 6 Minuten fand man das Wasser schon durch den Pylorus und die dünnen Gedärme bis in das Coecum gelangt. Abernethy *physiol. Lect.* 180. Gegen das Ende der Verdauung scheint der Pylorus dem Andrängen eine schwächere Resistenz entgegenzusetzen; dann bekanntlich öffnet er sich auch für unverdaute Dinge, wie Kirschkerne und andere grössere Körper. Home's Meinung von einer mittlern Einschnürung des Magens während der Verdauung ist nicht bewiesen. Tiedemann hat nichts davon bei Hunden gesehen, ich auch nicht.

4) *Wiederkäuen.*

Bei den wiederkäuenden Thieren führt die Speiseröhre unmittelbar zugleich in den ersten (Pansen) und zweiten Magen (Haube). Die Speiseröhre setzt sich aber durch einen Halbkanal in den dritten Magen fort. Nach Flourens neuen Beobachtungen am Schafe (*Revue encyclopédique Paris, Nov.* 1831. *pag.* 542.) gelangt das Futter beim ersten Verschlingen, gleichviel ob Gras, Hafer, Rüben, in den ersten und zweiten Magen zugleich. Als man einem Schaf einen Brei von gekäuten Rüben gab, drang diese feinere Masse in die beiden ersten Magen, und ein kleiner Theil auch in den dritten Magen. Aus dem ersten und zweiten Magen gelangen die vorläufig dort von dem Speichel und den Absonderungen dieser Mägen erweichten Speisen durch eine Art Eructation wieder in den Mund, und werden zum zweiten Mal gekäut, worauf sie wieder verschluckt werden. Was nach der zweiten Deglutition geschieht, hat nun Flourens so auszumitteln gesucht, dass er an verschiedenen Thieren einen Anus contra naturam an den verschiedenen Mägen anlegte. Die Oeffnung, welche er schliessen konnte, erlaubte ihm zu beobachten, was in dem Magen vorging. Beim Verschlingen nach der Rumination gelangt ein Theil des Wiedergekäuten zwar auch noch in den Pansen und in die Haube, aber ein grosser Theil folgte der Halbrinne der Speiseröhre und in den dritten Magen. Flourens erklärt den verschiedenen Weg der Speisen nach der ersten und zweiten Deglutition auf folgende Art. Bei der ersten Deglutition ist der Bissen voluminös, er erweitert die Speiseröhre (auf Kosten jenes Halbkanals), und gelangt nothwendig in den ersten Magen. Beim zweiten Schlingen sind die Speisen weich und folgen ohne Ausdehnung der Speiseröhre der ihnen sich anweisenden Rinne, wobei jedoch auch wieder ein kleiner Theil in den ersten Magen gelangen kann. Wenn die von Magendie und mir bei Thieren beobachteten rhythmischen, sich wiederholenden und eine geraume Zeit anhaltenden Zusammenziehungen des untern Theils der Speiseröhre auch bei den Wiederkäuern stattfinden, so müssen sie die Lefzen des Halbkanals, der in den dritten Magen führt, zu einem ganzen Kanal formiren, in welchen alles

fein Zertheilte eindringt, der aber von voluminösen Bissen (bei der ersten Deglutition) ausgedehnt werden muss. Vergl. Berthold, *Beiträge zur Anat., Zootomie und Physiol. Gött.* 1831.

In Hinsicht des Erbrechens fand Flourens, dass während die beiden ersten Mägen leicht die Speisen zum Wiederkäuen austreiben, der vierte Magen, durch welche das Erbrechen stattfindet, ausserordentlich schwer zu dieser Bewegung bestimmt wird. *Mém. de l'acad. des sc. T.* 12.

5) *Erbrechen.*

Das Erbrechen ist eine mit Ekel verbundene antiperistaltische Bewegung des Magens (zuweilen auch eines Theils des Darms) und der Speiseröhre, begleitet von heftigen Zusammenziehungen der Bauchmuskeln und des Zwerchfells, welche erregt werden kann durch jede auf den Schlund, die Speiseröhre, den Magen, den Darmkanal unmittelbar, oder mittelbar durch die Nerven dieser Theile einwirkende starke Reizung, oder welche selbst erfolgt, wenn die Reize dieser Theile in den Kreislauf von andern Orten aus eingeführt werden. So entsteht das Erbrechen durch mechanische Reizung des Schlundkopfes mit einer Feder, mit dem Finger, ja selbst durch einen Bissen, der im Schlunde zu lange verweilt, durch alle Mittel, welche den Magen mechanisch oder chemisch reizen, durch Entzündung desselben und des Darmkanals, durch eingeklemmte Brüche und Intussusceptionen des Darmkanals, durch Reizung des Gehirns und Unterbrechung des Hirneinflusses nach Durchschneidung oder Unterbindung der Nervi vagi, zuweilen selbst durch die beim Husten sich associirenden Bewegungen; ferner bei Kopfverletzungen, endlich durch Einflössen von Tarturus emeticus in die Venen. Alle Reize, welche, in geringem Grade örtlich applicirt, die peristaltischen Bewegungen der gereizten Theile befördern, machen in heftigem Grade der Wirkung dieselben Bewegungen antiperistaltisch, und bewirken durch Consensus der Nerven auch die Bewegungen der übrigen zum Erbrechen concurrirenden, nicht primär gereizten Theile. Nach Dzondi ist die Stellung des hintern Gaumenbogens im Erbrechen dieselbe, wie im Schlingen, und indem die Schenkel des hintern Gaumenbogens sich einander nähern und ein Planum inclinatum vom Gaumensegel bis zur hintern Wand des Schlundes bilden, der hintere Gaumenbogen aber mehr aufgezogen wird und das Zäpfchen durch die Wirkung seines Muskels sich verkürzt, ist der Weg bezeichnet, durch welchen das Erbrochene in den Mund gelangt und die Nase vermeidet, welches letztere freilich nicht immer geschieht, da die unteren, auch bei den Annäherungen seitlich auseinander weichenden Schenkel des hintern Gaumenbogens den Eingang vom untern Theil des Schlundes in die Choannen erleichtern. Die reissenden Thiere brechen leicht, das Pferd sehr schwer.

Magendie hat den früher von Bayle, Chirac, Senac und J. Hunter angeregten, von Haller aber widerlegten Zweifel über den Antheil des Magens am Erbrechen wieder vorgebracht, und behauptet, dass der Magen dabei völlig unthätig sey, und das Erbrechen allein aus Zusammendrückung des Ma-

gens vermöge der Verkleinerung der Bauchhöhle durch die Zusammenziehung des Zwerchfells und der Bauchmuskeln entstehe. Magendie beobachtete bei Hunden, denen er Brechmittel durch Einspritzen in die Venen oder im Magen beigebracht, niemals Zusammenziehungen am Magen. Zog er denselben aus der Bauchhöhle heraus, so erfolgte kein Erbrechen, sobald er aber den Magen in die Bauchhöhle zurückbrachte, erfolgte es. Ein Druck mit der Hand ersetzte die Bauchmuskeln; zerschnitt er die letzteren, so bewirkte das Zwerchfell noch Erbrechen, in Verbindung mit der weissen Linie. Die Durchschneidung der Zwerchfellsnerven hob das Erbrechen auf. Ersetzte er den Magen durch eine an die Speiseröhre angebundene Schweinsblase, so erfolgte das Erbrechen aus denselben Ursachen, wie bei dem unverletzten Magen. Maingault's Widersprüche gegen diese Behauptungen, welcher nach Durchschneidung des Zwerchfells und der Bauchmuskeln Erbrechen sah, veranlassten weitere Untersuchungen. Das Comité der Academie fand, dass ohne äussern Druck auf den Magen kein Erbrechen stattfindet; dieser Druck kann aber sehr gering seyn, und Flüssigkeiten können nach durchschnittenen Bauchmuskeln und Lähmung des Zwerchfells durch blosse Annäherung der untersten Rippen zu der Regio epigastrica in die Speiseröhre getrieben werden; im Magen selbst entdeckten sie, ausser den vom Erbrechen unabhängigen (?) cirkelförmigen Zusammenziehungen in der Gegend des Pförtners, keine Bewegung, dahingegen Rudolphi solche Bewegung auch nach Durchschneidung der Bauchmuskeln gesehen hat. Ueber die den Gegenstand nicht wesentlich aufklärenden, weiteren Versuche von Portal, Bourdon, Beclard, Merat gegen Magendie, und Rostan, Piedagnel, Gondret für denselben, kann man das angeführte Werk von Lund nachsehen. Magendie's Versuch mit der Blase beweist wohl nicht viel, und Rudolphi bemerkt mit Recht, dass durch Einspritzung von Brechweinstein in die Venen antiperistaltische Bewegungen in der Speiseröhre entstehen müssen, welche den Inhalt der Blase, der ohnehin nur zum kleinsten Theil ausgeworfen würde, hinaufziehen können. Dieser Versuch verliert aber alle Beweiskraft, wenn man bedenkt, dass die Ursache, warum überhaupt der Mageninhalt nicht in die Speiseröhre auslaufen kann, die beschriebene Zusammenziehung der Speiseröhre an der Cardia, bei dem Durchschneiden der Speiseröhre an dieser Stelle aufhören musste, jede Flüssigkeit also ausfliessen konnte bei der geringsten Veranlassung. Ein wichtiger Umstand, der bisher nicht gewürdigt worden, ist eine Art von unmerklicher Zusammenziehung des ganzen Magens, wo er in seinem Volumen im Ganzen kleiner wird, ohne dass man an einzelnen Theilen Contraction sieht. Diess habe ich oft ausser dem Erbrechen beobachtet. Mir scheint die Contraction des Magens im Erbrechen unzweifelhaft, da man deutlich die Zusammenziehung des Magens dabei fühlt, obgleich man im Allgemeinen den Antheil des Magens dabei viel zu gross angeschlagen hat, der beim Erbrechen von unmittelbarem Reiz des Magens die Reizung sympathisch auf andere Muskeln, namentlich die Bauchmuskeln

und das Zwerchfell, fortpflanzen kann. Diess Letztere ist keine Vermuthung mehr; denn ich habe mehrmal die Beobachtung gemacht, dass die mit der Nadel bewirkte Zerrung des N. splanchnicus in der Bauchhöhle, wo er bei Kaninchen auf der linken Seite an der innern Seite der Nebenniere ziemlich leicht zu finden ist, Zusammenziehungen der Bauchmuskeln veranlasst. (Beim Hunde ist diess nicht gelungen.) Da nun der Nervus splanchnicus die Verbindung zwischen dem Nervus sympathicus und dem Ganglion coeliacum bewirkt, der Nervus sympathicus aber wieder mit den Spinalnerven, und durch sie mit dem Rückenmark zusammenhängt, so folgt, dass Reizung des Nervus splanchnicus mit Vermittelung des Rückenmarks die Spinalnerven der Bauchmuskeln reizen kann, und dadurch in Reizungen des Magens durch Vermittelung des G. coeliacum und des Nervus splanchnicus Zuckungen der Bauchmuskeln sympathisch entstehen müssen. Diese Beobachtung macht mir Magendie's Theorie von der Wirkung der Brechmittel unwahrscheinlich. Er nimmt nämlich an, dass die Brechmittel in den Magen eingeflösst auch erst ins Blut aufgenommen werden, und von dort aus die beim Brechen concurrirenden Organe afficiren, wie beim Erbrechen, welches durch Einspritzung von Brechweinsteinlösung in anderen Theilen und in die Venen entsteht. Wenn der Nervus splanchnicus Zuckungen der Bauchmuskeln erregen kann, so ist es fast erwiesen, dass das Erbrechen von Einnehmen des Brechmittels durch Propagation der Nervenreizung erfolgt, wie denn eine andere Erklärung auch unmöglich beim Erbrechen von mechanischer Reizung des Magens, von mechanischer Reizung des Darms, von Magen- und Darmentzündung, von mechanischer Reizung des Schlundes stattfinden kann. Siehe übrigens Magendie *mémoire concernant l'influence de l'émetique etc. nouv. bull. de la soc. philom.* T. 3. p. 360.

Wenn es nun sehr wahrscheinlich ist, dass in den Magen gelangte Brechmittel schon von dort aus, und nicht indem sie ins Blut gelangen, durch Nervenconsensus die Erbrechungsbewegungen erregen, und wenn diess von dem Erbrechen, das durch mechanische Reize in den Verdauungswerkzeugen, durch Darm- und Magenentzündung erregt wird, gewiss ist, so entsteht nun die Frage, ob der Magen und Darm, indem sie Erbrechen erregen, mehr durch den Nervus vagus auf das Gehirn, oder durch den N. splanchnicus und sympathicus auf Gehirn und Rückenmark den Eindruck fortpflanzen, worauf die weiteren Hülfsbewegungen des Erbrechens durch Wirkung der Spinalnerven auf die Bauchmuskeln und das Zwerchfell vom Gehirn und Rückenmarke aus erfolgen. Die genannte Beobachtung über die Fähigkeit des Nervus splanchnicus, Zuckungen der Bauchmuskeln zu erregen, beweist den Antheil des N. splanchnicus an jener Transmission. Das Erbrechen von Reiz des Schlundes, in dem sich vorzüglich Aeste des N. vagus verzweigen, beweist den Antheil des N. vagus an jener Transmission, und so ist allerdings wahrscheinlich, dass N. splanchnicus und vagus zugleich bei der Wirkung der Brechreize im Magen und Darm die Transmission des Reizes bewirken.

Das Erbrechen von Durchschneidung und Unterbindung des N. vagus (Mayer in Tiedemann's *Zeitschrift* 2. 62.) ist auf dieselbe Art zu erklären. Die Unterbindung und auch die mit der Durchschneidung des N. vagus verbundene Quetschung wirkt auf das Gehirn, und da die Enden der durchschnittenen Nerven nothwendig in Entzündung gerathen müssen, so ist der Eindruck des Hirnstücks vom N. vagus auf das Gehirn derselbe, als ob die Endzweige des N. vagus im Magen in der Magenentzündung gereizt werden, und es erfolgt in beiden Fällen dasselbe Phänomen, Erbrechen. Auch die Durchschneidung anderer Nerven bewirkt zuweilen Erbrechen mit anderen Nervenzufällen, wie die Durchschneidung des Sehnerven bei der Exstirpatio bulbi oculi.

Dass die Transmission des Eindrucks durch den N. vagus Antheil am Erbrechen habe, macht Brachet (*Recherches sur les fonctions du système ganglionaire*) daraus wahrscheinlich: „Quelque soit le dose que vous administriez les vomitifs et les purgatifs dans les chiens, à qui vous avez fait la section des nerfs vagues, leur impression devient nulle." Diess steht freilich mit der Erfahrung im Widerspruch, dass Hunde nach dem Durchschneiden des N. vagus von selbst vomiren.

Bei dem Erbrechen von Gehirnaffection wirkt die Reizung theils unmittelbar auf den Magen, theils durch Mitaffection des Rückenmarks auf die Spinalnerven und Zwerchfell und Bauchmuskeln. Gewöhnlich stellt man sich vor, dass der N. vagus, von Gehirnaffection gereizt, Contraction des Magens bewirkt. Diess ist schwer zu glauben, denn wie deutlich die Zusammenziehungen der Speiseröhre sind, die man durch mechanischen und galvanischen Reiz des N. vagus bewirken kann, so ist es mir doch in den vielfältigsten Versuchen mit Kaninchen, fleischfressenden und körnerfressenden Vögeln nie gelungen, durch die stärksten mechanischen Reize, und selbst die einer sehr starken Säule auf den isolirten N. vagus auch nur eine irgend deutliche Zusammenziehung des Magens zu erregen. Selbst der dicke Muskelmagen der Hühner contrahirt sich hierbei durchaus nicht. Dagegen zieht sich der Magen sogleich bei Säugethieren und Vögeln zusammen, wenn man ihn selbst reizt. Aehnliche Beobachtungen haben Magendie und Mayo gemacht. Die Bewegungen des Magens scheinen fast allein vom N. sympathicus abhängig, wie die des Darms. Beide können sich ausgeschnitten noch peristaltisch bewegen, wie Wepfer vom Magen und Andere vom Darm sahen.

Nun entsteht immer noch die Frage, auf welche Art Brechmittel wirken, die ins Blut gelangen, ohne erst in den Magen eingeflösst zu seyn. Diess ist nicht ganz klar, oder vielmehr wir besitzen keine hinreichenden Thatsachen, diese Frage bestimmt zu entscheiden. Im Grunde ist es einerlei, ob ein Reiz an der äussern Fläche der Organe, oder noch unmittelbarer durch das Blut im Parenchym eines Organes wirkt, wie denn auch Arsenik von anderen Theilen aus Magenentzündung erregt. Hiernach scheint es,

dass der ins Blut gekommene Brechweinstein von den Blutgefässen aus auf die beim Erbrechen betheiligten Organe wirke. Allein es ist immer noch zweifelhaft, ob er mehr auf die organischen Excitatoren der Bewegungen, Gehirn, Rückenmark und Nerven, oder unmittelbar auf die beweglichen Organe selbst wirkt.

6) *Bewegung des Darms.*

Die wurmförmigen oder peristaltischen Bewegungen des Darms, ebenso unwillkührlich wie die des Magens, scheinen während des Lebens schwach, und sind nur in nervöser Reizung, die sich auf die Gedärme fortpflanzt, in der Dyspepsie und in krampfhaften Bewegungen, namentlich bei einer Reizung und im Durchfall schneller; bei eben geöffneten Thieren sind sie sehr unmerklich, sie verstärken sich aber schnell durch den Reiz der Luft zu einem ausserordentlichen Grade von Lebhaftigkeit; die Därme heben und senken sich, treiben ihren Inhalt weiter und im Allgemeinen immer mehr nach abwärts. Reizt man den Darm mechanisch, chemisch, galvanisch, so zieht er sich an dieser Stelle allmählig sehr eng zusammen, der höchste Grad von Zusammenziehung erfolgt, wenn der Reiz schon aufgehört hat, und lässt allmählig ebenso wieder ab. Wendet man starke galvanische Reize auf den auf einer Glasplatte isolirten Nervus splanchnicus oder auf das Ganglion coeliacum an, so verstärken sich die Bewegungen allgemein; Durchschneidung der Nervi vagi hebt diese Bewegungen so wenig als Verletzung der sympathischen Nerven auf, sie dauern an dem abgeschnittenen Darmkanal fort.

Auf dem Wege durch den Darmkanal verliert der Darminhalt durch Resorption allmählig immer mehr nahrhafte Theile, und es werden die Reste als Excremente im Dickdarm immer consistenter. Der Schliessmuskel des Afters ist zu jeder Zeit ausser den Kothausleerungen contrahirt. Einen geringen Grad beständiger Contraction scheint derselbe mit allen Muskeln gemein zu haben, die man wenigstens dann erst erkennt, wenn ihre Antagonisten durchschnitten sind. Die Contraction des Sphincters ist aber besonders durch die Ansammlung des Koths und dessen Reiz im Mastdarm vermehrt; sie dauert so lange, bis sie durch den Andrang der Excremente überwunden wird; die Contractionen des Sphincters sind der willkührlichen Verstärkung, aber nicht der willkührlichen Erschlaffung fähig. Die Expulsion der Excremente, und die den Widerstand des Sphincters überwindende Gewalt kann in seltenen Fällen bei weichen Excrementen ohne Mitwirkung der Bauchwände durch blosse (unwillkührliche) Contraction des Mastdarms erfolgen; wie Legallois und Beclard (*Bull. de la fac. et de la soc. de med.* 1813. *N.* 10.) nach Wegnahme der Bauchmuskeln gesehen haben wollen. Gewöhnlich sind indess die Zusammenziehungen des Zwerchfells und der Muskeln durch Einengung der Bauchhöhle mit Erhebung des willkührlich beweglichen Levator ani zur Kothentleerung nöthig. Alle diese Bewegungen willkührlicher Muskeln treten auch unwillkührlich und krampfhaft so gut wie beim Erbrechen ein, wenn der Reiz der Excremente auf den Mastdarm anhaltend und sehr heftig ist.

Jene Bewegungen können auch durch Verletzungen und Krank-

heiten des Rückenmarks (und Gehirns) gelähmt seyn, und es kann, je nachdem mehr der Sphincter ani erschlafft, oder der Mastdarm und die Bauchmuskeln gelähmt sind, unwillkührlicher Abgang oder beständige Verstopfung entstehen. Nach Krimer ist die Kothentleerung nach Zerschneidung der Nervi phrenici und Lähmung des Zwerchfells nicht aufgehoben, wohl aber nach Zerschneidung der Bauchmuskeln oder des Rückenmarks bei Hunden, zwischen dem 5—6. Rückenwirbel.

## *IV. Capitel.* Von den Verdauungssäften.

*a. Speichel.* Die Absonderung des Speichels scheint in der Thierwelt mit Ausnahme der Wallfische und Fische fast allgemein zu seyn. Die Insekten besitzen speichelabsondernde Schläuche, Blinddärmchen oder Röhren, die Mollusken ein oder mehrere Paar zusammengesetzte Speicheldrüsen. Viele Schlangen haben bloss einfache Speicheldrüsen. Mit der Speichelabsonderung, muss man die Giftabsonderung der Schlangen nicht verwechseln; denn die Giftschlangen haben ausser den gewöhnlichen Speicheldrüsen auch noch die besonderen Giftdrüsen. Ob die giftigen Säfte der Schlangen (auch der Spinnen) zur Auflösung der Speisen beitragen, ist noch unbekannt. Die Analogie, die man zwischen diesen Säften und dem giftigen Speichel der Hundswuthkranken gezogen hat, ist aber wohl abergläubisch; denn in der Hundswuth ist die Ansteckung durch den Speichel nur zufällig, und nach den Versuchen von Hertwig in der Thierarzneischule zu Berlin können andere Säfte der Hundswuthkranken, wenigstens Blut, eingeimpft die Wuth erzeugen. Hiermit fällt auch die Hindeutung auf die giftige Beschaffenheit, welche der Speichel durch Leidenschaft erlangen soll, weg. Die materiellen Veränderungen in Leidenschaften sind allgemeine, und betreffen zugleich mehrere Absonderungen, wie besonders von der Milch bekannt ist. Dass Bisswunden gereizter Thiere sich von gewöhnlichen gerissenen Wunden unterscheiden, davon ist der Beweis noch zu führen *).

---

*) Das Schlangengift ist nach Fontana weder alkalisch noch sauer, es ist gelblich, ohne bestimmten Geschmack, es sinkt im Wasser zu Boden und mischt sich nicht leicht mit demselben. In Wunden gebracht macht es das Blut der lebenden Thiere schnell gerinnen, aus der Ader gelassenes Blut verliert nach Fontana durch Zusatz von Viperngift seine Gerinnbarkeit. Das Viperngift ist weder für die Vipern noch für andere Schlangen tödtlich, wenn sie gebissen werden. Fontana *über das Viperngift. Berlin* 1787, *p.* 15. Dagegen sah Rengger Klapperschlangen mit von Klapperschlangen vergifteten Wunden bald sterben. Viperngift tödtet nicht die gebissenen Blutegel, Blindschleichen, für die Schildkröten ist das Gift nur zuweilen tödtlich, allen warmblütigen Thieren ist es tödtlich, wenn es in Wunden gebracht wird. Ausser den Wunden scheint das Gift nicht tödtlich zu wirken, wie wenigstens Redi's, Mangili's und Pommer's Versuche lehren. Ueber die Wirkungen des Schlangengifts auf lebende Thiere siehe Fontana *l. c.* und Rengger, Meck. *Archiv* 1829. *p.* 271. Die gewöhnlichsten Erscheinungen sind äusserste Kraftlosigkeit, Schwindel, Erbrechen, Durchfall, Zittern, Lähmung, die gebissenen Glieder schwellen

Ueber die Quantität des Speichels hat Dr. C. G. Mitscherlich bei einem Menschen mit einer Speichelfistel des Ductus Stenonianus Beobachtungen mitgetheilt. Die Ausscheidung hört bei vollkommener Ruhe der Kaumuskeln und der Zunge, und bei Mangel eines ungewöhnlichen Nervenreizes auf; unter den entgegengesetzten Umständen wird sie hervorgerufen. Die Menge des abgesonderten Speichels beträgt bei einem gesunden Manne in 24 Stunden aus einer Parotis 65 bis 95 Grammen, der aus dem Mund ausgeworfene Speichel von den 5 anderen Drüsen beträgt 6 Mal mehr als der Speichel einer Parotis. Mitscherlich *über den Speichel des Menschen.* Rust's *Mag.* 1832. Schultz (*de alimentorum concoctione. Berol.* 1834.) sammelte aus dem Ductus Stenonianus eines Pferdes in 24 Stunden 55 Unzen und 7 Drachmen Speichel, wovon 12 Unzen auf die innerhalb 2 Stunden erfolgte erste Fütterung, 10 Unzen 9 Drachmen auf die Zeit von 3 Stunden zwischen der ersten und zweiten Mahlzeit kommen.

Ueber die chemische Natur des Speichels von Menschen und Säugethieren besitzen wir ausgezeichnete Arbeiten von Berzelius (*Thierchemie*), Gmelin (Tiedemann und Gmelin *die Verdauung nach Versuchen. Heidelb.* 1826.) und Mitscherlich (*a. a. O.*).

Der Mundspeichel ist ein fadenziehendes Gemeng von Speichel und Schleim. In einem hohen schmalen Gefäss gesammelt, trennt er sich nach Berzelius allmählig in eine obere, klare, farblose und eine untere Schicht, welche ein Gemenge derselben Flüssigkeit und einer weissen undurchsichtigen Masse ist. Mit Wasser verdünnter und geschüttelter Speichel lässt den Schleim vollständiger zu Boden fallen. In Hinsicht der sauren oder alkalischen Reaction ist der Speichel sich nicht gleich. Tiedemann und Gmelin fanden ihn bei Menschen meist schwach alkalisch, zuweilen neutral, nie sauer. Schultze (*vergl. Anat.*) fand ihn beim Menschen sauer, wenn er lange in der Mundhöhle verweilt hatte, alkalisch immer bei Kindern. Speichel von Hunden und Schafen aus dem Stenon'schen Gang selbst aufgefangen fand Gmelin alkalisch. C. H. Schultz fand den Speichel des Menschen in der Regel alkalisch, so zwar, dass eine Drachme Speichel zur Saturation einen Tropfen Weinessig erforderte. Auch der Speichel des Pferdes war alkalisch. Nach der Saturation soll der Speichel allmählig wieder alkalisch werden. Dr. Mitscherlich fand den Speichel einer Speichelfistel während des Essens und Trinkens, und schon nach dem ersten Bissen, alkalisch, ausser dieser Zeit sauer. Die Alkalescenz des Speichels soll nach Schultz von Ammonium herrühren; nach Mitscherlich dagegen giebt der frische Speichel auch beim Erwärmen kein Ammoniak, und das freie Alkali ist fix.

Der Speichel enthält sehr sparsame Körnchen, wie Leuwenhoek,

---

häufig, aber nicht immer auf, und die Wunde wird unterlaufen. Diese Symptome treten schon nach einigen Minuten ein, der Tod erfolgt schnell oder innerhalb eines Tages, oder innerhalb 14 Tage. Bei der Section zeigen sich brandartige Flecke in verschiedenen Eingeweiden. Die Erzählungen von Bannen der Thiere durch den Blick der Schlangen sind Fabeln.

Weber, Tiedemann und ich gesehen; sie sind durchsichtig und nach Weber grösser als Blutkügelchen. Nach Berzelius enthält der Speichel des Menschen ohngefähr 1 Proc. von aufgelösten Stoffen. Der Speichel hatte in Mitscherlich's Versuchen ein specifisches Gewicht von 1,0061 — 1,0088; in Schultz's Versuchen hatte der Pferdespeichel ein specifisches Gewicht von 1,0125. Der Rückstand des Speichels nach dem Abtrocknen ist durchsichtig. Alkohol zieht daraus eine kleine Menge Osmazom mit etwas Chlornatrium, Chlorkalium und milchsaurem Alkali aus. Der in Alkohol ungelöste Theil ist schwach alkalisch und enthält Natron. Der ausgezogene Rückstand besteht nun aus einem Gemeng von Schleim ($\frac{1}{3}$) und einem eigenen Stoff, Speichelstoff. Die Auflösung desselben im Wasser ist etwas schleimig und wird durch Kochen nicht unklar. Beim Abdunsten erhält man den Speichelstoff, der nach Berzelius durchsichtig, farblos, nach Tiedemann und Gmelin hellbraun und undurchsichtig ist. Nach Mitscherlich ist er gelbbraun, wenn man das Alkali nicht sättigt, und zieht Feuchtigkeit aus der Luft an, ist dagegen fast ganz weiss und zerfliesst nicht, wenn das freie Alkali zu Anfang der Analyse neutralisirt worden ist. Der weisse Speichelstoff löst sich nach dem vorsichtigen Eintrocknen ganz (nicht zum Theil wie der braune) im Wasser auf. Der Speichelstoff des neutralisirten Speichels reagirt nicht alkalisch, wie Mitscherlich bemerkt; ohne Neutralisation des Speichels reagirt er alkalisch. Mit Wasser begossen wird der Speichelstoff wieder aufgelost zu einer klaren Flüssigkeit, die nach Berzelius und Mitscherlich weder von Galläpfelinfusion, Quecksilberchlorid, Eisenchlorid und basischem essigsaurem Bleioxyd (Berzelius), noch von starken Säuren gefällt wird, nach Gmelin dagegen von Galläpfelinfusion, Kalkwasser und der Auflösung von Alaun, den neutralen Oxydsalzen von Kupfer, Blei und Eisen, von Quecksilberchlorid und salpetersaurem Silberoxyd gefällt wird. Nach Mitscherlich fällt salpetersaures Silberoxyd allerdings den Speichelstoff, auch essigsaures Bleioxyd, letzteres den ohne vorherige Neutralisation des Speichels dargestellten Speichelstoff. Der nach Ausziehung des Speichelstoffes mit kaltem Wasser zurückbleibende Schleim enthält nach Berzelius viel Knochenerde, woraus sich wahrscheinlich der, aus phosphorsaurem Kalk bestehende, Weinstein der Zähne bildet. Tiedemann und Gmelin erhielten aus dem Speichel des Menschen beim Abdampfen 1,14 bis 1,19 Proc. feste Theile, die 0,25 Theile Asche gaben, wovon 0,203 in Wasser löslich, und 0,047 phosphorsaure Erdsalze waren. 100 Theile Rückstand von verdünntem Speichel gaben:

| | |
|---|---|
| in Alkohol lösliche, nicht in Wasser lösliche Substanz (phosphorhaltiges Fett) . . . . . . . . . . . . in Alkohol und in Wasser lösliche Stoffe: Osmazom, Chlorkalium, milchsaures Kali, Schwefelcyankalium . . . | 31,25 |
| aus der Lösung in kochendem Alkohol beim Erkalten niedergefallene thierische Substanz mit schwefelsaurem Kali und etwas Chlorkalium . . . . . . . . . . . . . . . | 1,25 |
| | 32,50 |

| | |
|---|---|
| | 32,50 |
| nur in Wasser lösliche Stoffe: Speichelstoff mit viel phosphorsaurem und etwas schwefelsaurem Alkali und Chlorkalium | 20,00 |
| weder in Wasser noch Alkohol lösliche Stoffe: Schleim, vielleicht etwas Eiweiss mit kohlensaurem und phosphorsaurem Alkali . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 40,00 |
| | 92,50 |

Nach Dr. Mitscherlich's Analyse enthält der Speichel folgende Salze:

| | | |
|---|---|---|
| Chlorkalium . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,18 | Proc. |
| Kali (an Milchsäure gebunden) . . . . . . . . . | 0,094 | — |
| Natron (an Milchsäure gebunden). . . . . . . . . | 0,024 | — |
| Milchsäure . . . . . . . . . . . . . . . . . . | | |
| Natron (wahrscheinlich mit Speichelschleim verbunden) | 0,164 | — |
| phosphorsauren Kalk . . . . . . . . . . . . . . | 0,017 | — |
| Kieselerde . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,015 | — |

Die näheren organischen Bestandtheile des Speichels verhielten sich in Mitscherlich's Analyse ähnlich wie in der von Berzelius. Ein von Mitscherlich gefundener, in Wasser und absolutem Alkohol löslicher, gelbröthlicher Stoff giebt mit Säuren, Kali, Ammonium und Sublimat keinen, mit essigsaurem Bleioxyd und Eisenchlorid, salpetersaurem Silberoxyd einen Niederschlag.

Die Existenz der Materie, welche Tiedemann und Gmelin als Schwefelcyan erweisen, hat zuerst Treviranus im Speichel ermittelt. *Biolog.* 4. 565. Er hatte nämlich gefunden, dass Speichel, mit einer neutralen Auflösung eines Eisenoxydsalzes vermischt, tief dunkelroth werde. Tiedemann und Gmelin bestätigten diese Färbung, wobei ich jedoch bemerken muss, dass in meinen Versuchen der Speichel nur rostfarbenroth, nicht purpurfarben wurde, ich mochte nun verschiedene Eisenoxydsalze anwenden. Vergl. oben p. 129. Kuehn bezweifelt die Gegenwart von Schwefelcyan im Speichel, weil er sowohl nach Ure's als nach Gmelin's Verfahren keine Schwefelsäure entstehen sah. Wenn Speicheldestillat Eisenoxydsalz röthet, so kann es in Folge von essigsauren Salzen geschehen seyn, — eine Farbenveränderung, die wirklich essigsaure Salze mit salzsaurem Eisenoxyd bewirken. Schweigger's *J.* 59. 378. Vergl. Schultz *a. a. O.* Kastner bemerkt, dass die durch Essigsäure erzeugte Färbung doch nie vollkommen blutroth ist. Hier muss ich jedoch erinnern, dass auch die des Speichels nicht blutroth ist. Ure (*Journ. of Sc. litt. a. A., — N. S.* 7. 60.) hält das Schwefelcyan im Speichel durch seine Versuche für ganz ausser Zweifel gesetzt(?).

Von den animalischen Stoffen des Speichels, Speichelstoff, Schleim, Osmazom, fanden Tiedemann und Gmelin ersten beim Schaf, letztes beim Hund fast gänzlich fehlend.

Der an den Zähnen sich ansetzende Weinstein des Menschen besteht nach einer von Berzelius angestellten Analyse aus

| | |
|---|---|
| Speichelstoff . . . . . . . . . | 1,0 |
| Speichelschleim . . . . . . . . | 12,5 |
| phosphorsauren Erdsalzen . . . . | 79,0 |
| von Salzsäure aufgelöstem Thierstoff | 7,5 |
| | 100,0 |

Bei den Insecten ist der Speichel nicht genau untersucht, er scheint nach Rengger (*physiol. Untersuchungen über die thierische Haushaltung der Insecten. Tüb.* 1817.) alkalisch.

*b. Succus gastricus, Magensaft.* Die Angaben der früheren Naturforscher, welche sich mit Untersuchung des Magensaftes beschäftigten, widersprechen sich durchaus. Spallanzani, der zu erweisen suchte, dass der Magensaft ein Auflösungsmittel für die Speisen in und ausser dem Magen sey, behauptete, dass er vollkommen neutral sey, und Montegre (*sur la digestion. Paris* 1804.) fand ihn zwar meist sauer, läugnete aber die Auflösungskraft des Magensaftes. Helm (*zwei Krankengeschichten. Wien* 1803. 8.) fand bei einer Person mit einer Oeffnung im Magen keine saure Beschaffenheit des Magensaftes. Dagegen haben Viridet, Carminati, Brugnatelli, Werner die saure Beschaffenheit desselben beobachtet. Die Verschiedenheit der Angaben wurde indess bereits durch Carminati's Erfahrungen (*über die Natur des Magensaftes. Wien* 1785. 8.) einigermassen aufgeklärt, der nämlich den Magensaft bei fastenden, fleischfressenden Thieren niemals sauer, aber diese Reaction deutlich fand, sobald sie Fleisch gefressen hatten. Derselbe fand auch den Magensaft pflanzenfressender Thiere sauer, dagegen keine vorstechende Säure im Magensaft des Menschen und der Thiere von gemischter Nahrung. Tiedemann und Gmelin haben diese Frage endlich entschieden. Sie fanden die im Magen nüchterner Pferde und Hunde vorkommende Flüssigkeit fast ganz neutral oder nur kaum sauer, dagegen eine entschieden saure Reaction, sobald den Thieren nur mechanische Reize, wie Steine oder Pfeffer, beigebracht worden. Diess haben auch Leuret und Lassaigne beobachtet. In diesen Fällen war nur der Magensaft sauer, die Eigenschaft rührte nicht von den Absonderungen in der Speiseröhre her, denn letztere reagirte in diesen Fällen nicht sauer.

Es ist interessant, den Grad der Acidität des Chymus zu kennen. Schultz hat hierüber Beobachtungen angestellt. Zieht man das Mittel aus diesen Beobachtungen, so erfordert 1 Theil Chymus etwas mehr als 1 Proc. Kali carbonicum zur Saturation.

Die Quelle der Absonderung des Succus gastricus scheinen die einfachsten mikroskopischen Drüschen der innern Fläche des Magens zu seyn, wenigstens bei den Thieren, wo keine besonderen Drüsen zu dieser Absonderung vorhanden sind. Die Schleimhaut des Magens vom Menschen ist von Sprott Boyd (*Edinb. med. surg. Journ. Oct.* 382.) untersucht. Sie zeigt hie und da mikroskopische Fältchen oder faltige Zotten, überall aber kleine regelmässige Zellen von $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{350}$″, am Pylorus von $\frac{1}{100}$″ Durchmesser. Der Grund jeder Zelle erscheint wie von zahlreichen Oeffnungen durchbohrt, bei verticalen Schnitten der Schleimhaut zeigt sie sich aus senkrecht stehenden Fibern zusammengesetzt, die der Verfasser für Röhren hält, welche sich in den Grund der Zellen öffnen. Tiedemann und Gmelin haben die das Gerinnen der Milch bewirkende Eigenschaft des Magens nicht bloss in der Portio pylorica, sondern auch in der Portio cardiaca wahrge-

nommen. Bei mehrern Säugethieren kommen übrigens besondere Drüsen im Magen vor, wie die grosse Drüse des Bibers, deren Saft wahrscheinlich zur Auflösung der Rinden bestimmt ist; ähnliche Drüsen finden sich in der Portio cardiaca des Magens bei Myoxus, Halmaturus, Phascolomys, u. a.; und es gehört hierher ebenfalls der Proventriculus der Vögel, zwischen dessen innerer Haut und Muskelhaut sich eine ganze Schicht blindarmförmiger Drüsen mit gesonderten Mündungen befindet. Diese Drüsen sind hier einfache, aggregirte selten Haufen zusammengesetzter Blinddärmchen. Siehe darüber Home *lectures on comparative anatomy. T. II.* und J. Mueller *de penit. gland. struct.* Die erste genauere chemische Untersuchung des Magensaftes ist von Prout *philos. Transact.* 1824. *p.* 1. Er zeigte, dass sich im Magensaft des Kaninchens, Hasen, Pferdes, Kalbes, Hundes freie Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) befindet, auch hat er wie Children (*Ann. of philos. Jul.* 1824.) Salzsäure in der von Dyspeptischen erbrochenen Flüssigkeit gefunden. Auch Prevost und Le Royer (Froriep's *Not.* 9. 194.) bestätigten die Salzsäure im Magensaft. Leuret und Lassaigne haben diese geläugnet, allein Prout hat ihre Einwürfe widerlegt. *Annals of philos. N. S. Dec.* 1826. 405. Tiedemann und Gmelin fanden dagegen 3 Säuren im Magensaft: 1) Salzsäure, im Magensaft der Hunde und Pferde. 2) Essigsäure, im Magensaft derselben. Milchsäure, die der Essigsäure ganz nahe verwandt ist, haben auch Chevreuil in dem Erbrochenen eines Nüchternen, und Graves in dem Erbrochenen eines Dyspeptischen gefunden. Tiedemann und Gmelin *l. c. p.* 152. — 3) Buttersäure. Diese Säure fanden die deutschen Naturforscher zwei Mal im Magen des Pferdes. Schultz hat den Chymus mit Wasser destillirt, und gefunden, dass die Säure bei vielen Thieren zum Theil oder ganz flüchtig ist. Eine flüchtige Säure fand sich vor bei einem Pferde, das mit Hafer, bei einem Schweine, das mit Erbsen, bei einem Kalb und bei Schafen, die mit Gras gefüttert worden; dagegen war die Säure nicht flüchtig bei allen fleischfressenden Thieren, bei säugenden Schafen, bei mit Heu gefütterten Pferden und bei Kaninchen, die mit Brot, Gras und Kartoffeln gefüttert waren. Bei Schafen, welche Hafer oder frisches Gras bekommen hatten, war die Säure im ersten Magen flüchtig, im vierten Magen aber nicht flüchtig. Die Säure schien nach seinen Versuchen freie Essigsäure zu seyn, dagegen die Salzsäure nach Schultz im Chymus nicht frei, sondern mit Kali verbunden vorkommen soll.

Die im nüchternen Zustande bei den wiederkäuenden Thieren in den beiden ersten Magen sich sammelnde Flüssigkeit enthält viel kohlensaures Alkali, nach Prevost und Le Royer (Froriep's *Not.* 9. *p.* 194.); Tiedemann und Gmelin haben diess bestätigt. Nur der 3. und noch mehr der 4. Magen enthält sauren Magensaft.

Noch niemals ist der Magensaft des Menschen in so grosser Quantität, so rein und so häufig untersucht worden, als von Beaumont, welcher bei einem Manne mit Magenfistel während mehrerer

Jahre eine grosse Reihe von Versuchen über den Magensaft anstellte. Er hat es bestätigt, dass der Magen im nüchternen Zustande keinen Magensaft enthält, und dass die den Magen benetzende Feuchtigkeit in diesem Zustande nicht sauer reagirt; sobald aber Speisen in den Magen gelangen, tritt diese Absonderung ein und der Magen reagirt sauer. SCHULTZ, welcher die Existenz des Magensaftes gänzlich läugnet und die saure Reaction des Chymus von der Zersetzung der Speisen selbst ableitet, musste einen Einwurf gegen seine Ansicht in dem Factum finden, dass, wie TIEDEMANN und GMELIN beobachtet haben, die Absonderung des Magensaftes bei nüchternen Thieren durch mechanische Reize, wie verschlungene Steine hervorgerufen werden kann, und erklärt den hierauf vorgefundenen sauren Magensaft für Reste des sauren Chymus. Nach den so zahlreichen Versuchen von BEAUMONT lässt sich indess nicht an der Existenz des Magensaftes zweifeln; er hat die Absonderung des Magensaftes durch künstlich eingebrachte, mechanisch wirkende Mittel, wie eine Kautschuckröhre oder die Kugel des Thermometers, mit welcher er den Magen reizte, erst dann hervorgebracht, nachdem er sich vorher überzeugt hatte, dass nichts in dem Magen war, und dass die Magenwände nicht sauer reagirten. Nach jener mechanischen Reizung entstand nun in allen, so oft wiederholten Versuchen eine ziemlich beträchtliche saure Absonderung, so dass er bei jenem Subjecte oft gegen 1 Unze Magensaft sammeln konnte. In diesem reinen Zustande ist der Magensaft früher noch niemals untersucht worden. BEAUMONT beschreibt den Magensaft folgendermassen: Der Magensaft ist ein klares Fluidum ohne Geruch, von etwas salzigem und sehr merklich saurem Geschmack; er schmeckt wie eine dünne Auflösung von Mucilago, welche von Salzsäure leicht gesäuert ist; er ist in Wasser, Wein, Weingeist auflöslich, mit Alkalien effervescirt er leicht, er schlägt das Eiweiss nieder, fault sehr schwer und hindert die Fäulniss in thierischen Stoffen. Speichel soll dem Magensaft eine blaue Färbung und ein schäumiges Ansehn mittheilen; gegen Nahrungsstoffe verhält er sich auch ausser dem thierischen Körper als ein Lösungsmittel, wie die vielen von BEAUMONT angestellten Versuche beweisen. Dieser Autor hat den Magensaft von DUNGLISON untersuchen lassen. Er enthielt freie Salzsäure und Essigsäure, phosphorsaure und salzsaure Salze aus den Basen von Kali, Natron, Magnesia und Kalk, und eine thierische Materie, welche in kaltem Wasser löslich, in heissem aber unlöslich ist. BEAUMONT hat auch den Magensaft von SILLIMAN untersuchen lassen; diese Untersuchung hat aber keinen Werth, da der Magensaft mehrere Monate bis zur Analyse aufbewahrt wurde. Er verhielt sich auch jetzt noch sauer, nachdem sich bereits ein Häutchen auf ihm gebildet hatte; er enthielt Salzsäure, eine Spur von Schwefelsäure und wie SILLIMAN vermuthet, auch etwas Phosphorsäure.

BEAUMONT bemerkt ausdrücklich, dass der Magensaft von kleinen hellen Punkten oder sehr feinen Papillen abgesondert zu werden scheine.

Die Flüssigkeit des Kropfs der Vögel reagirt nach Tiedemann und Gmelin gemeiniglich sauer. Die Flüssigkeit des Drüsenmagens enthielt auch im nüchternen Zustande eine freie Säure. Die Milch gerinnt durch den Magensaft der Vögel. Die Säure des Magensaftes rührt von Salzsäure und wahrscheinlich auch von Essigsäure her. Treviranus (*Biol. IV. p.* 362.) hat die Frage angeregt, ob der Magensaft der Vögel Flusssäure enthalte, da nach Brugnatelli (Crell *Annalen* 1787. *I. p.* 230.) Bergkrystall und Achat in Röhren eingeschlossen nach 10tägigem Verweilen im Magen der Hühner und Truthühner deutlich angegriffen waren, und 12 bis 14 Gran an Gewicht verloren hatten und Treviranus selbst Aehnliches an einer Porzellanschale, worin Chymus der Hühner digerirt wurde, bemerkt hatte. Tiedemann und Gmelin konnten diess nicht sicher entscheiden. Sie digerirten den Magensaft von Enten in einem Platintiegel, der mit einer mit Wachs überzogenen radirten Glasplatte bedeckt war, fanden aber nach 24 Stunden keine Spur von Aetzung am Glase. Tiedemann und Gmelin schliessen hieraus nicht, dass der Magensaft der Vögel keine Flusssäure enthalte, da Fluorcalcium wenigstens in verschiedenen thierischen Theilen, wie im Harn und in den Knochen, bereits gefunden ist, *l. c. T.* 2. *p.* 139. Der Magensaft der Amphibien reagirt meist sauer, auch der Magen der Fische enthält besonders im gefüllten Zustande auch eine freie Säure. Es war aus anderen Gründen wahrscheinlich, dass auch hier Salzsäure und Essigsäure die Lösungsmittel seyen. Leuret und Lassaigne (*recherches physiol. pour servir à l'histoire de la digestion. Paris* 1825.) halten die freie Säure des Magensaftes in allen 4 Classen für Milchsäure. Nach einer Entdeckung von Eberle besteht das auflösende Princip des Magensaftes nicht in dieser Säure, sondern es ist die Natur des Magenschleimes wie alles Schleimes, im gesäuerten Zustande eine Zersetzung, und folgende Auflösung der Nahrungsstoffe herbeizuführen. Eberle *Physiologie der Verdauung. Würzburg* 1834. Daher lässt sich mit säuerlichem Magenschleim auch ausser dem thierischen Körper eine künstliche Verdauung von Nahrungsstoffen bewirken. Siehe J. Mueller und Schwann *über die künstliche Verdauung des geronnenen Eiweisses.* Mueller's *Arch.* 1836. 66. Dass anderer Schleim als Magenschleim säuerlich gemacht zur künstlichen Verdauung hinreiche, wie Eberle angegeben, ist nicht richtig, und schon hieraus geht hervor, dass das Verdauungsprincip nicht der Schleim selbst, sondern ein eigenthümlicher, im Magenschleim enthaltener Stoff seyn muss. Es ist derselbe Stoff, welcher die Milch im Magen gerinnen macht. Die meisten Kenntnisse über das Verdauungsprincip *Pepsin* verdankt man Schwann *über das Wesen des Verdauungsprozesses.* Mueller's *Arch.* 1836. 90. Ganz rein kann er bis jetzt nicht dargestellt werden. Seine lösende Kraft äussert er nur im gesäuerten Zustande. Das nähere darüber kann erst später bei der Lehre von dem Verdauungsprozesse beigebracht werden.

Da es ausgemacht ist, dass der Magensaft auch ausser dem thierischen Korper auflösend auf thierische Theile wirkt; so finde ich es nicht wunderbar, wenn der Magen nach dem Tode zuweilen

davon angegriffen wird und schneller als andere Theile sich erweicht, wie man diess besonders bei Kaninchen und kleinen Kindern findet; ich habe es bei ersteren gesehen und ich weiss dass es nicht von der Todesart abhing. Vergl. über die widersprechenden Erklärungen Rudolphi's *Physiol. II.* 2. 119., wo das Factum ungenügend von der Fäulniss abgeleitet wird. Es ist freilich eine Zersetzung, die aber ihre localen materiellen Ursachen haben muss, und wahrscheinlich in den chemischen Eigenschaften des Magensaftes hat.

*c. Die Galle.* Die Absonderung der Galle ist eine in der Thierwelt so weit verbreitete, und in ihrer Bedeutung für den Verdauungsprocess doch so wichtige Secretion, dass es von dem grössten Interesse ist, zu wissen, ob sie überhaupt jemals auch bei den niedersten Thieren entbehrlich werden kann. Was man bei den Würmern als erste Aufänge der Gallenorgane ansehen könnte und angesehen hat, sind die blinden Erweiterungen oder blinddarmförmigen Anhänge des Darmkanals, welche bei dem medicinischen Blutegel in ihrem einfachsten Zustande noch blosse Seitenerweiterungen, bei den Aphroditen lange dünne Blinddärmchen, bei verschiedenen Würmern aber schon verzweigt sind, und endlich bei den Planarien und Distomen schon einen vollständig verzweigten Darmkanal (ohne After) darstellen. Die blinden Anhänge am Magen der Seesterne, welche auch keinen After besitzen, könnten auch als analoge Absonderungsorgane angesehen werden, allein es lässt sich nicht ermitteln, ob und was alle diese Organe absondern. Bei den Insecten münden bald tiefer bald höher in dem Darkanal, immer hinter dem weiten Theil des Darms, den man für den Magen hält, die sogenannten Gallengefässe, Vasa Malpighiana ein, lange, meist paarige, gewundene Röhren mit blindem Ende. Diese Gefässe enthalten indess keine Galle, sondern nach Audouin (*l'institut* 135.) und Chevreul (Straus-Duerckheim *considerations générales sur l'anatomie des anim. articul. Paris* 1828. 4. 251.) Harnsäure. Diese Gefässe secerniren überdiess während der Entwickelung der Puppe, wo nichts verdaut wird, sehr stark. Sie sind also offenbar Ausscheidungsorgane, Vasa urinaria. Sie münden erst hinter dem Theil des Darms ein, worin der Chylus gebildet wird, und bei den Larven oft kurz vor dem After. Dagegen giebt es bei mehreren Insecten höher in den Darm einmündende Blinddärmchen oder sogar ähnliche Vasa Malpighiana superiora. Ich bin geneigt, mit Meckel (*Arch.* 1826.) letztere für die gallabsondernden Organe zu halten. Mit solchen Blinddärmchen ist der bei den fleischfressenden Käfern auf den Muskelmagen folgende häutige Magen besetzt, und ähnliche Schläuche kommen bei mehreren anderen Insecten vor. Bei vielen Orthopteren, Mantis, Gryllus, Blatta giebt es ähnliche Blinddärmchen hinter dem auch hier vorkommenden Muskelmagen, und bei Locusta, Acheta, Gryllotalpa münden die Vasa Malpighiana superiora in besondere schlauchartige Anhänge des Darms hinter dem Muskelmagen ein. Was man bei den Insecten Magen nennt, jener weitere mittlere Theil des Darms, bald allein, bald hinter einem Muskelmagen, ist etwas

ganz anderes als der Magen der höheren Thiere; die Speisen werden hier aufgelöst und dringen von hier aus in den Fettkörper, der alle Organe verhüllt; dieser Theil des Darms ist die Pars chylopoëtica, während die Excrementbildung von der Einmündungsstelle der Vasa Malpighiana oder urinaria anfängt. Diese Darlegung wird noch sicherer, wenn wir bei den Spinnen, namentlich beim Scorpion am obern Theil des Darms wahre gallenabsondernde Gefässe, am untern Theil Vasa Malpighiana antreffen. Siehe meine Schrift *de penit. gland. struct. Tab.* 8. *Fig.* 8.

**Die Leber** hat bei den Wirbelthieren zweierlei zuführende Gefässe, Arterien, eine zuführende Vene (Pfortader), und einerlei rückführende Gefässe, die rückführenden Venen oder Venae hepaticae. Bei dem Menschen und den Säugethieren setzen die Venen des Magens, Darms, Mesenteriums, der Gallenblase, des Pankreas die in der Leber nach Art einer Arterie sich verzweigende Pfortader zusammen, und aus den Capillargefässen der Leber, zu welchen auch die Leberarterien führen, kehrt das Blut durch die Lebervenen zurück in die Vena cava inferior. Bei den Vögeln und Amphibien geht zur Pfortader auch ein Theil des Blutes der untern Extremität, des Schwanzes, des Beckens. Jacobson, Meck. *Arch.* 1817. 147. Nicolai *Isis* 1826. 404. Die Pfortader erhält zuweilen bei Fischen auch die Venen der Genitalien und der Schwimmblase, vergl. oben p. 444.

Nach Kiernan's Untersuchungen verzweigt sich die Leberarterie vorzugsweise auf den Wänden der Gallengänge, Gallenblase und der andern Blutgefässe. Derselbe bestreitet die Annahme, dass in dasselbe Capillargefässnetz, aus welchem die Anfänge der Lebernerven entstehen, sowohl das arterielle Blut als das venöse Blut der Pfortader ergossen werde. Nach Kiernan geht das Blut der Arterie, nachdem es die Wände der Gefässe ernährt hat, aus den Netzen der Arterien in Zweige der Pfortader über, und von dort aus mit dem übrigen Pfortaderblut in die Lebervenen. Die Acini der Leber dagegen erhalten vorzugsweise venöses Blut, welches zwischen den feinsten Gallengefässen durch Capillargefässnetze in die Lebervenen übergeführt wird. Vergl. oben p. 445. Nach Kiernan würde die Absonderung der Galle mehr aus venösem Blute geschehen. In den Gallengängen kommen auch kleine Schleimfolliculi vor, welche Kiernan nachgewiesen hat; derselbe lässt diese Absonderung des Schleims hier wie in der Gallenblase von arteriellem Blute geschehen.

Dass die Gallenabsonderung indess auch aus arteriellem Blute geschehen kann, beweisen Fälle, in welchen die Pfortader, statt sich in der Leber zu verbreiten, vielmehr in die untere Hohlader überging. Dieses sah Abernethy (*Philos. Transact.* 1793.) bei einem 10monatlichen Knaben, und Lawrence (*Medico-chirurg. Transact.* 5. 174.) theilte einen Fall von einem mehrjährigen Kinde mit. Da indess in dem Falle von Abernethy die Vena umbilicalis noch durchgängig war und sich in der Leber verzweigte, so kann, wie Kiernan bemerkt, das Arterienblut, nachdem es durch die Vasa vasorum die Leber ernährt, venös geworden, in die Zweige der Umbilicalvene getreten seyn, so wie es nach

Kiernan's Vorstellung venös geworden sonst in die Aeste der Pfortader übergeht; in diesem Fall könnte also die Absonderung doch aus venösem Blute statt gefunden haben. Kiernan *Philos. Transact.* 1833. *P. II.*

Simon (*Nouv. bull. des sc. par la. soc. philomat.* 1825.) und Phillipps (*Lond. med. gaz.* 1833. *Jun.*) schlossen aus Versuchen, dass die Galle vom Pfortaderblute abgesondert werde. Da indess in Phillips Versuchen auch nach Unterbindung der Pfortader die Absonderung der Galle fortfahren soll, wiewohl in geringerer Menge, so schliesst er, dass die Galle sowohl aus dem arteriellen als venösen Blute abgesondert werde. Nach Unterbindung der Arteria hepatica fand er keine Veränderung der Gallenabsonderung.

Die Gallenblase der Wirbelthiere zeigt sich in der Entwickelungsgeschichte als Divertikel oder Auswuchs des Ausführungsganges der Leber. Siehe meine Schrift *de penit. gland. struct.* Beim Menschen und bei mehreren Säugethieren kann die aus dem Lebergang dem Ductus choledochus zufliessende Galle, durch Verschliessung der Darmmündung des letztern, oder verlängerte Contraction des Ganges in den Ductus cysticus und die Gallenblase ausweichen, wie denn diess im nüchternen Zustand vorzüglich geschicht. Bei den Thieren erhält die Gallenblase aber häufig am Halse oder Grunde besondere Lebergänge, Ductus hepatico-cystici, die beim Menschen nicht vorhanden sind. Bei den Vögeln mündet der Lebergang, vom Ductus cysticus getrennt, in das Duodenum. Die Gallenblase erhält ihre Galle durch besondere Lebergänge am Halse oder Grunde. Bei den Reptilien gelangt die Galle durch Aeste des Leberganges in die Gallenblase. Bei den Fischen verbinden sich alle Leberäste mit der Gallenblase oder dem Ausführungsgange derselben. Cuvier, *vergl. Anat.* 3. *p.* 597. Wahre Ductus hepatico-cystici kennt Rudolphi *Physiol.* (*II.* 2. 153.) unter den Haussäugethieren nur vom Rinde (8—10). Mehrere Thiere haben gar keine Gallenblase. Hierher gehören unter den Säugethieren die Einhufer, ferner die Hirsche und Kameele, Elephant, Nashorn, Daman, Pekari, Hystrix dorsata, Hamster, viele Mäusearten, die Tardigraden, Rytina, der Braunfisch und Tümmler unter den Cetaceen. Unter den Vögeln fehlt sie beim Papagey, Kukuk, Straus, Taube, Holztaube, und Haselhuhn. Unter den Fischen fehlt sie bei der Lamprete (nicht bei Ammococtes und den Myxinoideen), dem Nilbarsch, dem gestreiften Plattfisch, der Meerleier, dem Lump und einigen Sciänen. Siehe Cuvier *l. c. p.* 591. Also zeigt sich in dem Mangel derselben nichts Gesetzmässiges, obgleich diejenigen Thiere, denen sie fehlt, meist Pflanzenfresser sind und mehrentheils beständig verdauen. Allein sehr viele Pflanzenfresser besitzen eine Gallenblase. Wo sie fehlt, ist häufig der Ausführungsgang der Leber sehr erweitert, wie beim Pferde.

Die Galle ist grün, bitter schmeckend und ekelhaft riechend, die Lebergalle heller, die Gallenblasengalle wegen Resorption

flüssiger Theile consistenter und grüner, von aufgelöstem Schleim fadenziehend. Sie enthält sparsam weissliche oder graue Kügelchen; beim Frosch sind sie nach meiner Beobachtung von ungleicher Form und Grösse, und im Durchschnitt 5 Mal kleiner als die Blutkörperchen des Frosches, andere noch kleiner. Was die Galle grün macht, ist aufgelöst. Im frischen Zustande ist die Galle nach Schultz immer alkalisch. Die Galle gerinnt nicht beim Kochen und löst Oele nicht auf. Nach Werner soll die Galle die Gerinnung des Blutes verhindern, und die Auflösung des Blutroths im Blutwasser ausser den thierischen Körpern bedingen. Das Letztere ist unrichtig.

Berzelius *Analyse der Ochsengalle von* 1807. Wird Ochsengalle bis zur Consistenz von Extract abgedampft und dann mit Alkohol vermischt, so bleibt eine gelbgraue Substanz der Galle ungelöst; sie ist, da sie auch von Essigsäure aus der Galle niedergeschlagen wird, nicht Eiweiss, sie ist vielmehr der Schleim der Gallenblase. Diese durch Säure aus der Galle niedergeschlagene Materie, und der von der Gallenblase abgeschabte Schleim mit Säure behandelt, verhalten sich ganz gleich.

Die Auflösung von eingetrockneter Galle in Alkohol enthält die wesentlichen Bestandtheile der Galle. Destillirt man den Alkohol ab, löst den Rückstand mit wenig Wasser und vermischt ihn mit etwas verdünnter Schwefelsäure, so hat man in dem grüngrauen Niederschlage eine Verbindung mit dem characteristischen bittern Stoff der Galle. Denselben Stoff erhält man in gleicher Verbindung, wenn man von Gallenschleim befreite Galle mit weniger verdünnter Säure versetzt. Die Flüssigkeit, woraus der bittere Stoff niedergeschlagen wird, enthält Osmazom, Kochsalz, milchsaures Natron gleich dem Blutwasser.

Die von Schwefelsäure mit dem bittern Stoff der Galle erhaltene Verbindung ist in Alkohol wie ein Harz auflöslich, wird daraus durch Wasser niedergeschlagen, und zeigt die Charactere eines Harzes. Man erhält den bittern Stoff aus dieser Verbindung, indem die Auflösung dieser Materie in Alkohol mit kohlensaurem Baryt digerirt wird, die Schwefelsäure wird dann abgeschieden und der bittre Stoff bleibt aufgelöst. Berzelius hat diesen Stoff Gallenstoff genannt. Gmelin hält ihn für ein Gemenge von mehreren Stoffen. Der abgeschiedene Gallenstoff enthält eine gewisse Menge Fett, welches sich durch Aether daraus ausziehen lässt. Chevreul und Gmelin haben dieses Fett aus der concentrirten Galle selbst durch Aether ausgezogen. Es besteht theils aus verseiftem Fett (fetten Säuren), theils aus einem eigenen, nicht mit Alkali verbindbaren Gallenfett. Der reine Gallenstoff wird von Wasser aufgelöst, und die Auflösung besitzt Farbe und Geschmack der Galle. Der Gallenstoff ist gelbbraun grünlich, doch scheint die Farbe von einem Färbestoff herzurühren, denn der Gallenstoff lässt sich fast farblos darstellen. Beim Erhitzen schmilzt der Gallenstoff unter Aufblähen, verkohlt, raucht, entzündet sich und verbrennt mit russender leuchtender Flamme, und hinterlässt eine schwer verbrennliche aufgeschwollene Kohle. Der Gallenstoff ist in Wasser und Alkohol in allen Verhältnissen

löslich, aber unlöslich im Aether. Der Gallenstoff wird auch von Alkali aufgelöst. Berzelius glaubt, dass das in der Galle enthaltene kohlensaure Natron mit dem Gallenstoff chemisch verbunden ist. Von Galläpfelinfusion wird der Gallenstoff aus Wasser nicht gefällt, wohl aber von Metallsalzen. Nach der Analyse von Berzelius enthält die Ochsengalle:

| | |
|---|---|
| Wasser | 90,44 |
| Gallenstoff mit Fett | 8,00 |
| Gallenblasenschleim | 0,30 |
| Osmazom, Kochsalz und milchsaures Natron | 0,74 |
| Natron | 0,41 |
| phosphorsaures Natron, phosphorsaure Kalkerde und Spuren von einer im Alkohol unlöslichen Substanz | 0,11 |
| | 100,00 |

Prout's Analyse stimmt im Wesentlichen mit der von Berzelius, dagegen erhielt Thenard (1806) bei einer andern Methode andere Resultate (*mém. de la soc. d'arc.* 1. 23.). Er analysirte die Galle mit essigsaurem Bleioxyd. Nachdem er nämlich eine von ihm für Eiweiss gehaltene Materie der Galle mit Salpetersäure gefällt hatte, vermischte er die filtrirte und verdünnte Flüssigkeit mit einer Auflösung von basischem essigsaurem Bleioxyd. Dasjenige, was beim Zusatz von Salpetersäure zum Niederschlag ungelöst bleibt, nannte er Gallenharz. In dem noch flüssigen Theile der mit Bleisalz versetzten Galle fällte er durch neuen Zusatz von Bleisalz eine andere Substanz, welche nach Abscheidung des Bleisalzes ganz im Wasser löslich ist, nämlich eine extractartige, süssliche, bittere Masse, die er Pikromel nannte.

Thenard's Gallenharz ist grün und bitter, beim Schmelzen wird es gelb. Es ist in geringer Menge in Wasser löslich, und wird daraus durch Schwefelsäure gefällt. Seine Auflösung im Alkohol wird durch Wasser niedergeschlagen. Im Alkali ist es löslich und wird daraus durch Säure gefällt. Pikromel ist zähe, hellgelb, im Aeussern wie Terpenthin. Es ist im Wasser und Alkohol löslich, aber nicht im Aether. Es wird von basischem essigsaurem Bleioxyd, von Eisenoxydsalzen und salpetersaurem Quecksilberoxydul gefällt. Gallenharz ist im Pikromel auflöslich und es wird hierdurch wieder Galle gebildet. Berzel. *Thierch.* 183. 1000 Theile Ochsengalle enthalten:

| | |
|---|---|
| Wasser | 875,6 |
| Gallenharz | 30,0 |
| Pikromel | 75,4 |
| gelben Farbestoff der Galle | 5,0 |
| Natron | 5,0 |
| phosphorsaures Natron | 2,5 |
| Kochsalz | 4,0 |
| schwefelsaures Natron | 1,0 |
| schwefelsauren Kalk | 1,5 |
| Spur von Eisenoxyd | |
| | 1000,0 |

Berzelius machte es wahrscheinlich, dass statt dieser beiden

Stoffe Gallenharz und Pikromel nur der einzige Gallenstoff anzunehmen sey, welcher wegen seiner Eigenschaft, durch Verbindung mit Mineralsäure ein Harz zu bilden, zur Annahme des Gallenharzes veranlasst habe. Gmelin hat dagegen Thenard's Ansicht bestätigt, dass in der Galle wirklich Pikromel nebst einem Harz enthalten ist. oder einer Materie, die durch geringe äussere Einflüsse in Gallenharz verwandelt wird. Gmelin führt in seiner Chemie das Gallenharz unter den stickstofffreien, das Pikromel unter den stickstoffhaltigen Körpern auf. Das Pikromel ist seitdem von Chevreul, Chevallier und Lassaigne auch in der menschlichen Galle gefunden worden, wie denn Orfila, Laugier und Caventou dasselbe auch in menschlichen Gallensteinen entdeckt haben. Nach Thenard wird der Gallenstoff dem Albumen um so ähnlicher, je mehr durch einen krankhaften Process die Leber sich in Fett zu verwandeln scheint. Huenefeld *physiol. Chem.* 2. 108.

Die Resultate von Gmelin's Analyse der Ochsengalle geben:

1. moschusartig riechender Stoff, wird durch Destillation der Galle erhalten, wobei er als riechendes Wasser übergeht.

2. Gallenfett Cholestrin. Bestandtheil der Gallensteine, von Chevreul in der frischen Galle nachgewiesen, auch in anderen Theilen, im Blut nach Boudet, sonst meist krankhaft vorkommend, wie in dem Wasser der localen Wassersuchten, Hydrocele, im Markschwamm. Man gewinnt das Gallenfett der Galle, indem man die abgedampfte Galle mit Aether schüttelt, welcher es auszieht. Nach dem Abdestilliren eines Theils des Aethers krystallisirt es beim Erkalten aus dem Rückstand, verunreigt mit Oelsäure, von der es sich durch Auflösen in kochendem Alkohol reinigen lässt, aus dem es beim Erkalten anschiesst. Gallenfett krystallisirt in weissen perlmutterglänzenden Blättern, ist ohne Geruch und Geschmack und schwimmt auf Wasser. Von kaustischem Kali lässt sich das Gallenfett nicht auflösen oder verseifen, worin einer seiner Hauptcharactere besteht. Hierin stimmt es mit Hirnfett überein, enthält aber keinen Phosphor; es ist das kohlenstoffhaltigste aller Fettarten. Berzelius *Thierchemie.* 185.

3. Oelsäure, ein blassgelbes, halb durchsichtiges Oel, Lacmuspapier röthend.

4. Talgsäure, krystallisirt in farblosen perlmutterglänzenden Blättchen. Die Auflösung in Weingeist röthet das Lacmuspapier.

5. Cholsäure, eine neue Substanz, krystallisirt in feinen Nadeln, von scharfsüssem Geschmack, enthält Stickstoff, und ist in kochendheissem Wasser etwas löslich; die Lösung röthet Lacmuspapier; im Alkohol ist sie leicht löslich. Von Schwefelsäure wird sie aufgelöst und daraus wieder vom Wasser gefällt. Die von Cholsäure gebildeten Salze sind löslich und zuckersüss, die Säure ist stärker als Harnsäure und zersetzt auch in der Kälte die kohlensauren Alkalien. Berzelius *Thierchemie.* 190.

6. Gallenharz, in der Kälte spröde, bei massiger Wärme weich, von brauner Farbe, hell durchscheinend, auflöslich im Alkohol und daraus durch Wasser fallbar. Es brennt, über 100 Grad erhitzt, mit russender Flamme und aromatischem Geruche, und hinterlässt eine schwammige, leicht verbrenn-

liche Kohle. In concentrirter Schwefelsäure löst es sich langsam auf, Wasser schlägt es daraus in Flocken nieder. Es wird weder von Salzsäure noch Essigsäure aufgelöst. Es verbindet sich leicht mit kaustischem Kali, diese Verbindung löst sich in reinem Wasser auf; es wird leicht von kaustischem und kohlensaurem Ammoniak, nicht von kohlensaurem Kali aufgelöst; alkoholfreier Aether löst fast nichts auf. Gmelin a. a. O. I. 57.

7. Taurin, ein neuer Stoff, in grossen, farblosen, durchsichtigen Krystallen, irregulären sechsseitigen Säulen mit 4- oder 6seitiger Zuspitzung. Die Krystalle knirschen zwischen den Zähnen und schmecken piquant; sie sind weder sauer noch alkalisch, verändern sich selbst bei +100° C. nicht in der Luft. Im offenen Feuer kommt das Taurin in dicken Fluss, wird braun, bläht sich auf, und hinterlässt eine leicht verbrennliche Kohle. Taurin ist löslich im Wasser, sehr wenig in kochendem Alkohol, fast gar nicht in wasserfreiem Alkohol; es enthält etwas Stickstoff. Gmelin l. c. 61.

8. Pikromel. Thenard's Pikromel ist dickflüssig und wie Terpenthin. Gmelin's Pikromel ist undurchsichtig, besteht aus krystallinischen Krümchen und ist sehr reich an Stickstoff. Es ist in kaltem Wasser leicht löslich, ebenso im Alkohol, unauflöslich im Aether; in concentrirter Schwefelsäure ist es leicht löslich mit Wärmeentwickelung, beim Erkalten gesteht es zur Hälfte zu einer krystallinischen Masse. Mässig concentrirte Salzsäure löst Pikromel auf. Pikromel wird nicht von Galläpfeltinctur gefällt, und lässt sich nicht in Gährung versetzen. Thenard's Pikromel soll eine Verbindung von Pikromel mit Gallenharz seyn.

9. Färbestoff der Galle (stickstoffhaltig). Der Färbestoff der Galle zeigt ein characteristisches Verhalten gegen Salpetersäure, und wird vermittelst derselben auch erkannt, wenn er in der Gelbsucht etc. in das Blut und den Urin aufgenommen worden. Harn, wenn er Färbestoff der Galle enthält, wird, wenn man ihn mit einem gleichen Volum Salpetersäure vermischt, zuerst grünlich, dann dunkelgrün, darauf schmutzig roth und später braun. Berzelius *Thierchem. p.* 410.

10. Osmazom. 11. Eine Materie, die beim Erhitzen Harngeruch entwickelt. 12. Eine pflanzenleimartige Materie. 13. Eiweiss. 14. Gallenblasenschleim. 15. Käsestoff. 16. Speichelstoff. 17. Zweifach kohlensaures Natron. 18. Kohlensaures Ammonium. 19. Essigsaures Natron. 20—26. Oelsaures, talgsaures, cholsaures, schwefelsaures und phosphorsaures Kali und Natron, Kochsalz und phosphorsaurer Kalk.

Gmelin hat in der Galle des Menschen Gallenfett, Gallenharz, Pikromel und Oelsäure gefunden; ausserdem haben Frommherz und Gugert (Schw. *Journ.* 50. 68.) in der Menschengalle noch Färbestoff, Speichelstoff, Käsestoff, Osmazom, ölsaures, cholsaures, talgsaures, kohlensaures, phosphorsaures und schwefelsaures Natron mit wenig Kali, und phosphorsauren, schwefelsauren und kohlensauren Kalk gefunden. Vergl. Berzelius *Thierchemie. p.* 206.

Berzelius begleitet die chemische Beschreibung der Galle mit der Bemerkung, dass die Zusammensetzung der Galle wohl einfacher sey, als die analytischen Resultate zu erkennen geben, und hält es für sehr wahrscheinlich, dass sie die eiweissartigen Bestandtheile des Blutes zwar wesentlich verändert, aber mit den im Blute vorkommenden Salzen unorganischen Ursprungs vermischt enthalte, und dass das von eiweissartigen Bestandtheilen Hervorgebrachte eine so grosse Neigung zu Veränderungen in der Zusammensetzung habe, dass es durch Einwirkung von ungleichen Reagentien, in verschiedene Verbindungen zersetzt werde, die verschieden ausfallen, nach den zu ihrer Scheidung eingeschlagenen ungleichen Methoden, gerade so wie Oele und Fette durch Einwirkung von Basen in Zucker und in fette Säuren umgewandelt werden.

Nach Berzelius Analyse der Schlangengalle enthält dieselbe einen eigenen Gallenstoff, der von Säuren und Alkalien nicht gefällt wird. Vom Gallenstoff der warmblütigen Thiere unterscheidet er sich dadurch, dass er vom essigsauren Blei nicht in Gallenharz und Gallenzucker (Pikromel) zerlegt werden kann. Er ist verbunden mit Farbestoff, ähnlich dem Farbestoff aus der Galle anderer Thiere, der für sich im Wasser wenig löslich ist, in Verbindung mit Gallenstoff aber sich reichlich darin löst. Die Verbindung dieser beiden Stoffe ist der unzersetzten Galle ganz ähnlich. Ausserdem enthält die Galle der Schlange eine geringe Quantität eines krystallisirenden, durch eine Lösung von kohlensaurem Kali fällbaren Gallenstoffs, analog demjenigen, welchen Gmelin in der Galle mehrerer Cyprinusarten (*Leuciscus*, *alburnus*, *barbus*) fand, und welcher dort das Gallenharz und Pikromel ersetzt. Nach Gmelin bewirkt der krystallinische Gallenstoff der Cyprinusarten, wenn er mit Galle vermischt wird, eine Gerinnung zu einer grünlich-weissen, körnigen Masse. Leider besitzen wir keine Untersuchungen über die Galle der Krebse und der Mollusken.

Einige Beobachtungen über die Galle hat Schultz angestellt. Beim nüchternen Ochsen fand er 12—16 Unzen Galle in der Gallenblase, nach der Verdauung noch 2—4 Unzen in derselben, bei einem grossen nüchternen Hunde 5 Drachm., bei einem Hunde mittlerer Grösse nach der Verdauung 2 Dr. 17 Gr. Die Galle des Ochsen hatte ein specifisches Gewicht von 1,026—1,030; sie war immer alkalisch; ihre Neutralisation erforderte, wenn sie dick war, 1 Dr. Weinessig auf 1 Unze Galle, dagegen, wenn sie dünn war, $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ Drachm. Weinessig. Das in der Galle durch Weingeist entstehende Coagulum hält er nicht für Eiweiss, sondern für eine dem Speichelstoff ähnliche Materie, weil nämlich die Galle durch Hitze keine Gerinnung eingehe. Die weingeistige Auflösung der bis zur Trockne eingedickten Galle war auch noch alkalisch, daher hält Schultz die gewöhnliche Meinung, welche auch Tiedemann und Gmelin hegen, dass die Alkalescenz der Galle von kohlensaurem fixem Alkali herrühre, für unrichtig; sie rühre auch nicht von Ammonium her, weil das Destillat der Galle nicht alkalisch reagirt. Schultz nimmt ein organisches Alkali in der Galle an, ähnlich den Pflanzenalkaloiden; die in der Galle vor-

handene Oelsäure denkt er sich in einer Verbindung mit diesem alkalischen Stoffe. Das von Säuren hervorgebrachte Coagulum hält er nicht für Eiweiss, sondern für einen Niederschlag jenes Stoffes. Diesen Stoff glaubte er so darstellen zu können, dass er durch Essigsäure einen Niederschlag der Galle bewirkte, die Essigsäure durch Ammonium neutralisirte, und das essigsaure Ammonium durch Destillation bis zur Trockne abschied. Das braune bittere Residuum war nun im Wasser, Essig und Weingeist löslich, und gab alkalische Anzeigen gegen geröthetes Lacmuspapier; längere Zeit der Luft ausgesetzt, verlor diese Materie ihre Alkalescenz und war weder im Wasser, Essig, noch Weingeist ganz loslich. Offenbar war diese Materie ein Gemenge mit Gallenblasenschleim, welcher nach Berzelius von Essigsäure aus der Galle gefällt wird. Nach dem Niederschlage der Galle durch Essigsäure bleibt, wie Schultz selbst bemerkt, noch eine bitterschmeckende oder bittersüsslich schmeckende Materie in der Auflösung zurück.

*d. Succus pancreaticus.* Ausser Grant's Beobachtung (Froriep's *Notizen.* 11. 182.), dass bei Loligo sagittata eine dem Pankreas analoge Drüse vorhanden ist, nämlich zwei hellrothe, gelappte, mit dem Gallengang verbundene Drüsen, kennt man das Pankreas nicht bei den Wirbellosen. Selbst unter den Fischen ist es nicht allgemein, bei vielen derselben fehlt es, bei anderen sind Blinddärme in verschiedener Anzahl und Ordnung an seiner Stelle, Appendices pyloricae. Bei dem Stockfisch und Schellfisch häufen sich diese und beginnen sich zu theilen, bei Polyodon folium stellen sie einen in Abschnitte äusserlich getheilten Sack dar, beim Thunfisch sind sie sehr verzweigt und bilden eine ungeheure Anzahl Büschel blind endigender Röhrchen, beim Schwertfisch endigen die Zweige des grossen Ausführungsganges mit einem Bündel kurzer zahlreicher Blinddärmchen, während eine gemeinsame Haut das Ganze umhüllt. Beim Stör endlich ist die ganze Masse scheinbar parenchymatös, und besteht aus einem schwammigen Gewebe von kleinen und grösseren Zellen, und bei den Hayen und Rochen giebt es ein dichteres Gewebe des Pankreas wie bei den höhern Thieren. Siehe das Nähere in dem Drüsenwerk J. Mueller *de penit. gland. struct. Lib. VIII. Tab. VII.* Bei den Fischen ist der Saft der Blinddärme klebrig und reagirt, wie Swammerdam und Tiedemann und Gmelin beobachtet, nicht oder sehr wenig sauer. Hunden hat man das Pankreas ganz oder grösstentheils zerstört, ohne dass ihre Verdauung und übrige Gesundheit gelitten hätte. Man hat nur zuweilen grössere Gefrässigkeit beobachtet. Autenrieth *Physiol.* 2. 69.

In der neuern Zeit haben Mayer, Magendie, Tiedemann und Gmelin den pancreatischen Saft der höheren Thiere untersucht. Mayer (Meckel's *Archiv.* 3. 170.) fand denselben, wie er in einem blasenartigen Behälter bei der Katze sich angesammelt hatte, alkalisch, durchsichtig. Magendie (*physiol.* 2. 367.) fand den Saft des Hundes gelblich, geruchlos, salzig schmeckend, alkalisch, auch sollte er hier wie bei den Vögeln in der Warme gerinnen. Tiedemann und Gmelin sammelten den

pankreatischen Saft eines grossen Hundes durch ein in den eingeschnittenen Gang eingelegtes Röhrchen. Alle 6—7 Secunden floss ein Tropfen aus (in vier Stunden beinahe zehn Grammen). Der Saft war klar, etwas opalisirend, liess sich in Fäden ziehen und schmeckte schwach salzig. Dieselben Versuche machten sie an einem Schaf und an einem Pferde. In diesen 3 Fällen reagirte der Saft anfangs schwach sauer, nur die zuletzt abfliessende Portion des pancreatischen Saftes vom Hunde und Pferde reagirte schwach alkalisch. A. Schultze fand den pankreatischen Saft beim Hunde, bei der Katze und beim Pferde sauer, einmal beim Hunde indifferent. Die vergleichende Analyse des Saftes jener 3 Thiere von Gmelin ergab Folgendes: Der pankreatische Saft ist sehr reich an Eiweiss, er enthält kein schwefelblausaures Salz wie der Speichel enthalten soll. An festen Theilen enthält er beim Hunde 8,72, beim Schaf 4—5 Procent, die festen Theile sind:

1. Osmazom.

2. Eine durch Chlor sich röthende Materie, die bloss beim Hunde, nicht beim Schafe gefunden wurde.

3. Eine dem Käsestoff ähnliche Materie, wahrscheinlich mit Speichelstoff.

4. Viel Eiweissstoff, ohngefähr die Hälfte des trockenen Rückstandes betragend.

5. Sehr wenig freie Säure, wahrscheinlich Essigsäure. Die Asche des pankreatischen Saftes beträgt beim Hunde 8,28 Proc. vom trocknen Rückstand, beim Schafe 29,7 Proc.

Sie enthält an löslichen Salzen

a. Kohlensaures Kali (wahrscheinlich essigsaures im Safte), beim Hunde und beim Schafe.

b. Viel salzsaures Alkali.

c. Wenig phosphorsaures Alkali beim Hunde, und beim Schafe.

d. Sehr wenig schwefelsaures Alkali beim Hunde und Schafe. Das Alkali war mehr Natron als Kali. Die nicht im Wasser löslichen Salze der Asche sind wenig kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk.

Aus diesen trefflichen Untersuchungen ergiebt sich die Verschiedenheit des pankreatischen Saftes und Speichels, denn der Speichel enthält Schleim und Speichelstoff, im pankreatischen Safte dagegen kommt viel Eiweiss und Käsestoff vor, kein Schleim und wenig oder kein eigentlicher Speichelstoff, Speichel ist alkalisch, Succus pancreat. frisch säuerlich. Der Speichel des Schafes enthält etwas schwefelblausaures Alkali (?), der pankreatische Saft nicht. Die übrigen Salze sind ohngefähr dieselben. Tiedemann und Gmelin *l. c. p.* 25—43.

Leuret und Lassaigne erhielten beim lebenden Pferde in einer halben Stunde 3 Unzen pankreatischen Saft. Er war klar, schmeckte salzig, reagirte alkalisch und enthielt nur $\frac{9}{10}$ Proc. fester Bestandtheile, die sie nach einer wie es scheint oberflächlichen Untersuchung für dieselben wie im Speichel erklärten. Wasser 99,

thierische Materie, im Alkohol auflöslich, thierische Materie, in Wasser auflöslich, Spuren von Eiweiss, Schleim, freie Soda, Chlorsodium, Chlorpotassium, phosphorsaure Kalkerde 00,9.

*e. Succus entericus.* Ueber den Bau der den Darmsaft absondernden Drüsen ist bereits früher gehandelt worden. Man vergleiche besonders was pag. 490. über den Bau der räthselhaften Körper, die man Peyer'sche Drüsen nennt, gesagt worden. Besondere Drüsenmassen kommen ausser jenen zweifelhaft drüsigen Körpern im Darm der Thiere nicht vor. Der Darmsaft ist von Tiedemann und Gmelin bei hungernden Thieren untersucht worden. Bei nüchternen Hunden erschien die innere Fläche der Schleimhaut wie mit einer dünnen Lage einer sehr consistenten, weisslichen und etwas gelbgefärbten Materie bedeckt, und es fand sich nur sehr wenig ergossene Galle. Wenn Kieselsteine oder Pfeffer verschluckt worden, so war eine grössere Menge eines dünnen und fadenziehenden Schleimes vorhanden, und die Galle war reichlicher ergossen. Die schleimige Masse wurde nach unten im Dünndarm consistenter und gelblich oder gelbbraun, es zeigten sich in ihr grüngelbe oder gelbbraune Flocken, aus Darmschleim, Gallenschleim, Harz, Fett und Färbestoff der Galle bestehend. Die schleimige Flüssigkeit des Dünndarms der Hunde und Pferde enthält im ersten Drittheil oder in der ersten Hälfte: 1. etwas freie Säure, im Fortgange des Dünndarms ward sie meist indifferent, und bei den Pferden enthielt sie doppelt kohlensaures Natron. Die Flüssigkeit des Dünndarms enthielt auch 2. viel Eiweissstoff, wahrscheinlich vom Succus pancreaticus; 3. bei den Pferden ferner eine dem Käsestoff ähnliche Materie und 4. eine durch salzsaures Zinn fällbare Materie beim Pferde, wahrscheinlich Speichelstoff und Osmazom; 5. eine durch Chlor und Sublimat sich röthende Materie bei Pferden. 6. wenig Gallenharz bei Pferden. 7. im obern Theil des Dünndarms der Pferde eine stickstofffreie schwachsaure Materie. Ausserdem die gewöhnlichen Salze thierischer Flüssigkeiten. Tiedemann und Gmelin *die Verdauung. I. p.* 157.

Der Schleim des Blinddarms reagirte bei allen untersuchten Hunden sauer. Im Blinddarm der Pferde dagegen fand sich statt freier Säure doppelt kohlensaures Natron. Viridet (*de prima coctione*) hatte im Blinddarm der Kaninchen gleiche saure Reaction, wie im Magen gefunden.

Ueber die saure Reaction in dem Blinddarme der Thiere hat Schultz weitere Versuche angestellt. Er fand bei den Thieren, wenn sie fasteten, leichter eine alkalische oder neutrale Beschaffenheit der Flüssigkeiten im Blinddarme, was er aus der Neutralisation durch die während des Fastens weiter bewegte Galle erklärt, sonst aber und während der Verdauung reagirte die Flüssigkeit sauer. Diese Reaction findet sich indess gewöhnlich bei den pflanzenfressenden Thieren, die mit einem längern Blinddarm ausgestattet sind, dagegen sie bei den Fleischfressern mit unvollkommenem Blinddarme meistens fehlt. Die Saturation der

Säure im Chymus eines Kaninchens, das von Kartoffeln und Gras genährt, und $2\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Tode geöffnet worden, erforderte auf 2 Unzen Chymus des Magens $3\frac{1}{2}$ Unzen Ochsengalle; dagegen waren zur Saturation des sauren Inhaltes des Blinddarmes eines Kaninchens auf 1 Unze Darminhalt 5 Drachmen Ochsengalle nöthig. 18 Unzen Chymus aus dem Magen eines Pferdes erforderten zu ihrer Saturation 15 Gran Kali carbonicum oder 1 Unze Chymus $2\frac{1}{2}$ Unze Ochsengalle. Zur Saturation von 1 Unze Inhalt des Coecum gehörten 5 Unzen Ochsengalle. Der Chymus des Magens von einem Schwein erforderte 1,04 bis 1,11 Proc. Kali carbonicum, der Inhalt des Blinddarmes dagegen 0,78 Proc. Kali carbonicum zur Saturation.

## *V. Capitel.* Von den Veränderungen der Speisen im Darmkanal.

Die Auflösung der Speisen setzt voraus, dass die Nahrungsstoffe ihr organisches Gefüge und ihre Cohäsion verlieren, was durch das Kauen grossentheils geschieht. Diese Zertrümmerung findet theils im Munde, theils im Schlunde bei Schlundzähnen, wie bei einigen Fischen, theils im Magen durch die knorpeligen Magenwände des Muskelmagens bei den Körner- und Insecten fressenden Vögeln, oder durch einen mit Zähnen bewaffneten Magen, wie bei einigen Crustaceen, Insecten und Mollusken statt. Dieser und der folgende Act in den Verdauungsoperationen, die Auflösung, lassen sich in der That mit den gewöhnlichen chemischen Operationen vergleichen, ohne dass dem Organismus etwas vergeben wird. Der Chemiker pulvert die aufzulösenden oder zu extrahirenden Stoffe, und digerirt sie mit dem Lösungsmittel; auch diese Digestion findet in dem Kropfe der Vögel und in den Magen der Thiere statt. Nach der Extraction der lösbaren Stoffe seiht der Chemiker das Gelöste von dem Unlöslichen ab. Auch im Verdauungsprocesse wird also zertrümmert, digerirt, aufgelöst und das Unlösliche abgeschieden.

*a. Speichel.*

Der Speichel macht die Speisen zum Verschlucken geschickt; ob er etwas zur Auflösung derselben beitrage, und wie weit seine Bestandtheile eine Rolle in der chemischen Verwandlung der Nahrungsstoffe im Magen spielen, ist unbekannt. Seine Wirkung bei der Verdauung scheint keineswegs gross zu seyn, da er den Fischen und Cetaceen fehlt. Spallanzani und Reaumur wollen gefunden haben, dass Thiere das ihnen in durchlöcherten Röhren beigebrachte Futter schneller verdauten, wenn es vorher mit Speichel, als wenn es mit Wasser durchtränkt war. Spallanzani's *Versuche über das Verdauungsgeschäft. Leipz.* 1785. Tiedemann und Gmelin glauben, dass der Speichel durch seinen Gehalt an kohlensaurem, essigsaurem und salzsaurem Kali und Natron einigermaassen, wiewohl nur schwach auflösend wirke (?).

Berzelius dagegen bemerkt, dass der Speichel an und für sich aus den Nahrungsstoffen nicht mehr als reines Wasser ausziehe, und ich muss gestehen, dass mir bei den vergleichungsweise mit Speichel und Fleisch, so wie mit Wasser und Fleisch angestellten Versuchen kaum irgend ein Unterschied bemerklich geworden ist.

Sogenannte dynamische Wirkungen des Speichels kenne ich nicht. Auch scheint der Speichel nicht durch Zerstörung der specifischen organischen Eigenthümlichkeiten der Nahrungsstoffe zu wirken. Die giftige Wirkung des Schlangengiftes und des Hundswuthgiftes könnte auf dergleichen Gedanken bringen. Allein ich habe schon bemerkt, dass die Giftdrüsen der Giftschlangen nicht ihre Speicheldrüsen, sondern Angriffsmittel sind, und dass die Giftschlangen ausserdem die gewöhnlichen Speicheldrüsen der Schlangen besitzen. Auch ist es nur zufällig, dass der Speichel der tollen Hunde vorzugsweise giftig erscheint, weil gewöhnlich durch den Biss die Ansteckung geschieht, gleich wie es eben so zufällig ist, dass das venerische Gift gewöhnlich durch die Genitalien ansteckt, indem die Bedingung der Uebertragung auf Schleimhäute hier am häufigsten stattfindet. Nach Hertwig's trefflichen Arbeiten über die Hundswuth stecken auch andere Stoffe der tollen Hunde, als Speichel an, wie z. B. Blut, wenn es eingeimpft wird. Hertwig's *Beiträge zur nähern Kenntniss der Wuthkrankheit. Berl.* 1829. p. 156. 160.

Ob der Speichel an der chemischen Veränderung der Nahrungsstoffe im Magen Antheil habe, weiss man nicht. Man hat nur eine Beobachtung dieser Art, welche von Schwann bestätigt worden ist, nämlich die Bemerkung von Leuchs (Kastner's *Arch.* 1831.), dass Speichel gekochte Stärke in Zucker verwandeln soll, was insofern interessant ist, als auch im Magen die Stärke in Stärkegummi und allmählig in Zucker verwandelt wird.

*b. Magenverdauung. Magensaft.*

Im Magen werden die Getränke schon grösstentheils aufgesogen, und gelangen nicht durch den Pylorus; die soliden Theile der Speisen werden in eine zum Theil ganz flüssige, zum Theil aus Kügelchen bestehende Materie, *Chymus,* bis auf die unlöslichen Theile, aufgelöst, was nach den meisten Beobachtern schichtweise von den Magenwänden aus, nach den zahlreichen Beobachtungen von Beaumont innerhalb des ganzen Magens geschieht. Ueber die Veränderungen der Speisen, die Zeit, welche zu ihrer Auflösung nöthig ist, haben wir Beobachtungen von Gosse an sich selbst, bei künstlich erregtem Erbrechen (in Spallanzani's Werke mitgetheilt), von Spallanzani, Stevens (*de aliment. concoctione. Edinb.* 1777.), von Tiedemann und Gmelin, von Schultz bei Thieren, und die bei weitem grössere Anzahl von Beobachtungen an einem Menschen mit perforirtem Magen, angestellt von Beaumont. Spallanzani brachte Katzen ein mit Brot gefülltes Röhrchen bei; das Brot war nach 5 Stunden zum Theil aufgelöst, Fleich in einem ähnlichen Versuche nach 9 Stunden. Selbst Knorpel und Knochen, in Röhrchen, Sehnen in Leinewand eingeschlossen, waren nach längerer Zeit erweicht oder aufgelöst.

Geronnenes Eiweiss haben Tiedemann und Gmelin beim Hunde nach 4 Stunden zum Theil ungelöst, zum Theil gelöst gefunden. Bei Hunden zeigte sich Faserstoff nach 4 Stunden aufgequollen, ohne faseriges Gefüge, und zum Theil in aufgelöstes Eiweiss verwandelt. Thierleim verliert im Magen die Eigenschaft zu gelatiniren und seine characteristische Reaction gegen Chlor, welches ihn sonst fadenartig fällt. Käse zeigte sich im Magen verflüssigt, ohne in Eiweiss verwandelt zu seyn. Gekochtes Stärkemehl war nach 5 Stunden in Stärkegummi und Zucker verwandelt. Kleber (in Essigsäure und Salzsäure unlöslich) war nach 5 Stunden unverändert. Die Milch gerinnt im Magen und der niedergeschlagene Käse wird wieder aufgelöst, während die Molken weiter gehen. Rohes Rindfleisch war beim Hunde nach 4 Stunden mit einer breiartigen, gallertigen, braunen Masse überzogen. Knochen und Knorpel wurden bei Hunden nach 2—4 Stunden an den Rändern, Ecken und Oberflächen etwas erweicht gefunden. Brot war beim Hunde nach $2\frac{1}{2}$ Stunden fast vollständig aufgelöst. Beim Pferde schien das Futter den Magen in weniger aufgelöstem Zustande zu verlassen.

Beaumont hat während mehrerer Jahre Gelegenheit gehabt, die Verdauung bei einem ihm untergebenen Menschen zu studiren. Dieser Mensch hatte von einer Schusswunde eine ansehnliche Oeffnung im Magen, deren Ränder mit den Rändern der Hautwunde verwachsen waren, und die durch eine vom obern hintern Rande der Wunde ausgehende Falte der Häute des Magens bedeckt war, aber durch Eindrücken der Falte weit geöffnet werden konnte. Das Loch im Magen war 2 Zoll unter der linken Brustwarze, in einer von dort zur Spina oss. il. sinistr. gezogenen Linie, also im linken obern Theile des Magens, nahe dem obern Ende der grossen Curvatur, 3 Zoll von der Cardia. Lag dieser Mann auf dem Rücken, und wurde dann die Hand auf seine Lebergegend gedrückt, und der Körper zugleich auf die linke Seite gedreht, so floss Galle durch den Pylorus und durch ein in das Magenloch eingebrachtes elastisches Rohr aus. Zuweilen, aber selten, wurde sie mit dem Magensaft auch ohne diese Operation vermischt gefunden. Der Chymus wurde aus dem Magen gewonnen, wenn man mit der Hand auf den untern Theil der Magengegend nach aufwärts drückte. Bei vollem Magen floss der Inhalt schon beim Druck auf die Klappe aus. Der leere Magen konnte bis zu einer Tiefe von 5—6 Zoll untersucht werden, wenn er durch künstliche Mittel ausgedehnt erhalten wurde. So konnte man Speise und Trank eintreten sehen. Ueber die Verdauungen dieses Mannes hat nun Beaumont ein vollständiges Journal geführt. Die folgende Tabelle giebt Aufschluss über die Zeit, welche zur Verdauung der verschiedenen Nahrungsmittel nöthig war. Die Nahrungsstoffe wurden mit Brot oder Vegetabilien, oder mit beidem genossen.

| Nahrungsmittel | Zubereitung | Speisezeit | Arbeit: mässig | Arbeit: angestrengt | Ruhe | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | St. Min. | St. Min. | St. Min. | |
| Kaldaunen …… | geschmort | Frühstück | 1 00 | — | — | |
| Schweinsfüsse .. | gekocht | — | 1 00 | — | — | |
| Wildpret, frisch | gebraten | — | 1 35 | — | — | |
| Stockfisch, getrocknet …… | gekocht | Mittag | 2 00 | — | — | |
| Brot und Milch | kalt | — | 2 00 | — | — | |
| Truthahn ……. | geröstet | — | 2 30 | — | — | |
| Gans, wilde …. | — | — | 2 30 | — | — | |
| Schwein, jung | — | — | 2 30 | — | — | |
| Gehackt. Fleisch | warm | Frühstück | 2 30 | — | — | |
| Austern ……… | roh | Mittag | 2 45 | — | — | Austern im Magen aufgehangen |
| — | gedämpft | — | 3 30 | — | — | } nur mit etwas trocknem Brot oder Zwieback. |
| — | roh | Frühstück | 3 00 | — | — | |
| — | — | Mittag | 3 00 | — | — | |
| — | gedämpft | — | 3 30 | — | — | |
| Rindfleisch, frisch ……… | geröstet | — | 3 30 | — | — | |
| — | — | — | 3 00 | — | — | |
| — | — | Frühstück | 2 45 | — | — | |
| — | gebraten | — | 3 00 | — | — | |
| — | — | — | — | — | 3 45 | |
| — | — | — | — | 3 30 | — | Arbeit bis zur Ermüdung. |
| — | gekocht | — | 4 00 | — | — | krankh. Aussehen des Magens. |
| — | — | Mittag | — | 3 30 | — | |
| — | — | Frühstück | 3 38 | — | — | viel Fett. |
| — | — | Abendessen | — | — | 4 00 | ebenso. |
| — | — | Frühstück | — | — | 4 30 | ebenso. In liegender Stellung. |
| — | — | Mittag | 3 30 | — | — | |
| — | — | — | — | — | 4 00 | |
| — | — | Frühstück | — | — | 4 15 | |
| — | — | — | 3 30 | — | — | |
| — | — | — | — | — | 4 15 | |
| Rindfleisch, gesalzen …….. | — | Mittag | 5 30 | — | — | |
| — | — | — | 3 30 | — | — | |
| Schweinefleisch, frisch, gesalzen | — | Frühstück | 5 15 | — | — | |
| — | — | — | 4 30 | — | — | |
| — | — | — | 5 15 | — | — | ärgerte sich während des Versuches. |
| — | — | — | 6 00 | — | — | ungewöhnlich volles Mahl. |
| — | — | — | 4 30 | — | — | |
| — | — | | 4 30 | — | — | |
| — | — | — | 4 30 | — | — | |
| — | — | Mittag | 4 30 | — | — | |
| — | — | Frühstück | — | 4 00 | — | |
| — | — | Mittag | — | 3 30 | — | |
| Schweinefleisch, frisch …… | geröstet | — | 6 30 | — | — | ungewöhnlich volles Mahl. |
| — | gebraten | — | 3 15 | — | — | |
| — | — | Frühstück | 4 30 | — | — | |

| Nahrungsmittel | Zubereitung | Speisezeit | Arbeit | | Ruhe | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | mässig | angestrengt | | |
| | | | St. Min. | St. Min. | St. Min | |
| Hammelfleisch. | geröstet | Mittag | 3 15 | — | — | |
| — | gebraten | Frühstück | — | 3 00 | — | |
| — | — | — | 3 30 | — | — | |
| — | — | — | 4 30 | — | — | krankh. Aussehen des Magens. |
| — | — | Mittag | 4 00 | — | — | |
| — | — | Frühstück | 4 30 | — | — | volles Mahl, grob gekäut. |
| Eier ........... | hart gek. | — | 3 30 | — | — | Brot oder Brot und Kaffee. |
| — | weich gek. | — | 3 00 | — | — | |
| — | hart | Mittag | 5 30 | — | — | Magen krank. |
| — | — | Frühstück | 3 30 | — | — | — — |
| — | weich gek. | Mittag | 3 00 | — | — | |
| Wurst ........ | gebraten | Frühstück | 3 30 | — | — | mit weich gekochten Eiern. |
| — | — | Mittag | 3 00 | — | — | |
| — | geschmort | Frühstück | 4 00 | — | — | in einem Musselinbeutelchen eingehängt. |
| — | — | — | 5 00 | — | — | |
| — | gebraten | — | 3 30 | — | — | Magen krank. |
| — | — | — | — | 4 15 | — | volles Mahl. Schwere Arbeit. |
| Henne.......... | gekocht | — | 4 00 | — | — | Mit Brot u. Kaffee. |
| — | — | Mittag | 4 00 | — | — | Mit Brot und Wasser. |
| — | — | — | 4 00 | — | — | — — |
| Kalbfleisch.. .. | gebraten | Frühstück | 4 00 | — | — | In einem Musselinbeutelchen eingehängt. |
| — | — | Mittag | 4 00 | — | — | |
| — | — | Frühstück | 4 00 | — | — | |
| — | — | Mittag | 4 45 | — | — | Magen krank. |
| — | — | Frühstück | — | 3 45 | — | |
| — | — | Mittag | 4 30 | — | — | |
| — | — | Frühstück | 5 30 | — | — | Magen krank. |
| Fleischsuppe u. Vegetabilien. | — | — | 4 00 | — | — | |
| Butterbrot..... | mit Kaffee | Frühstück | 4 15 | — | — | Magen krank. |
| Brot, trocken.. | — — | — | 3 45 | — | — | |
| — — | mit Kartoffelbrei | Mittag | 3 45 | — | — | |

Es wird nicht ohne Interesse seyn, einige Fälle aus dem Journal von Beaumont noch genauer als Beispiele kennen zu lernen.

*Erste Reihe. Exp.* 1. Um 12 Uhr brachte Beaumont durch die Magenöffnung des St. Martin an Seidenfäden ein Stück stark gewürztes Boeuf à la mode, ein Stück gesalzenes, fettes Schweinefleisch, ein Stück rohes, gesalzenes, mageres Rindfleisch, ein Stück gekochtes, gesalzenes Rindfleisch, ein Stück Brot und einen Bausch rohen geschnitenen Kohl, von jedem gegen 2 Drachmen. Um 1 Uhr Kohl und Brot halb verdaut. Die Fleischstücke unverändert; Alles in den Magen zurück. Um 3 Uhr Kohl, Brot,

Schweinefleisch und gekochtes Rindfleisch, Alles verdaut und vom Faden gegangen, die anderen Stücke sehr wenig verändert; in den Magen zurück. Um 2 Uhr Boeuf à la mode zum Theil verdaut; das rohe Rindfleisch wenig macerirt auf der Oberfläche. Der Versuch wurde wegen Unwohlseins nicht weiter fortgesetzt. Den Tag darauf hatte St. Martin Magenbeschwerden und Kopfweh, Verstopfung, einen schwachen Puls, trockene Haut, belegte Zunge und zahlreiche weisse Flecke oder Pusteln (Aphthen) wie coagulirte Lymphe auf der innern Fläche des Magens. Ein ähnliches Aussehen beobachtete Beaumont später öfter bei Magenbeschwerden.

*Zweite Reihe. Exp.* 33. Um 1 Uhr ass St. Martin eine Portion geröstetes Rindfleisch, Brot und Kartoffeln; nach einer halben Stunde glich der Mageninhalt einer dicken Suppe, um 4 Uhr war die Chymification vollendet, und um 6 Uhr wurde in dem Magen nichts, als etwas mit Galle gefärbter Succus gastricus gefunden.

*Exp.* 42. Um 3 Uhr Frühstück von 3 hart gekochten Eiern, Pfannkuchen und Kaffee, um 10½ Uhr waren keine Theile mehr im Magen.

*Exp.* 43. Um 11½ Uhr 2 gebackene Eier und 3 reife Aepfel, nach 40 Minuten anfangende Digestion, um 12½ Uhr Magen leer.

*Exp.* 44 An demselben Tage um 2 Uhr geröstetes Schweinefleisch und Vegetabilien; um 3 Uhr halbe Chymification, um 4 Uhr nichts mehr im Magen.

*Exp.* 45. Um 8 Uhr Gänsefleisch; um 4 Uhr waren ⅔ des Mageninhaltes fortgegangen, der Rest chymificirt, um 4½ Uhr Magen leer.

*Dritte Reihe. Exp.* 18. Um 8½ Uhr hängte Beaumont 2 Drachmen frische Bratwurst in einem feinen Musselinsäckchen in dem Magen des St. Martin auf. Der letztere nahm durch den Mund auch von derselben Wurst, gebratenes Hammelfleisch und Kaffee zu sich. Um 11½ Uhr Magen halb leer; der Inhalt des Beutels um die Hälfte vermindert; um 2 Uhr Magen leer, Beutel auch leer bis auf 15 Gran, bestehend aus dünnen Stücken von knorpeligen und häutigen Fasern, und dem Gewürz der Wurst (letzteres 6 Gran).

Während der Verdauung ist die Temperatur im Magen nicht erhöht, wie Beaumont gezeigt hat; sie beträgt im Magen constant 100° Fahrenh., und nimmt nur bei Anstrengungen wie in anderen Theilen um einige Grade zu.

Während der Verdauung ist in der Regel im Magen nur sehr wenig Gas enthalten. Magendie und Chevreul haben es bei einem Hingerichteten untersucht. Es bestand aus:

| | |
|---|---|
| Sauerstoffgas . | 11,00 |
| Kohlensäuregas | 14,00 |
| Wasserstoffgas . | 3,55 |
| Stickgas . . . | 71,45 |

Die Materien, welche Tiedemann und Gmelin in dem Chymus fanden, sind:

1. Eiweiss. Bei Hunden, nach Fütterung mit gekochten

Eiern, Faserstoff, Fleisch, Brot, Kleber, weniger nach Fütterung mit flüssigem Eiweiss, Käse, Leim und Knochen.

2. Käsestoffähnliche Materie bei mit flüssigem Eiweiss und mit Faserstoff gefütterten Hunden.

3. Durch salzsaures Zinn fällbare Materie nach Kleber, Käse, Milch bei Hunden, nach Stärkemehl und Hafer bei Pferden (wahrscheinlich Osmazom und Speichelstoff).

Die beiden ersten Magen der Wiederkäuer, welche eine kohlensaures Alkali haltige Flüssigkeit enthalten, können hierdurch Pflanzeneiweiss und Kleber aus den Pflanzen ausziehen. Das ausgezogene Flüssige gelangt in den dritten Magen, das Unaufgelöste wird wiedergekäuet und gelangt in den dritten Magen. Nach Tiedemann und Gmelin's, und nach Prevost und Le Royer's (Froriep's *Not.* 9. 194.) Untersuchungen enthält das Aufgelöste der Futtermasse der beiden ersten Magen Eiweiss, in alkalischer Lösung; nach dem Fressen von Hafer enthielt die Flüssigkeit des Chymus der ersten Magen so viel Eiweiss, dass sie bei + 81° C. gerann. Von weniger nährender Materie bekam sie diese Eigenschaft nicht. Prevost und Le Royer haben die Quantität Eiweiss in der ausgepressten Flüssigkeit der Futtermasse des Pansen vom Ochsen sehr gross angegeben. Bei der Verdauung in den beiden ersten Magen entwickelt sich auch Schwefelwasserstoffgas, Kohlensäuregas und Kohlenwasserstoffgas; letzteres bleibt gasförmig, während sich die ersteren in der Flüssigkeit auflösen. Das von frischem Klee sich entwickelnde Gas ist nach Lameyron und Fremy Schwefelwasserstoffgas 0,80, Kohlenwasserstoffgas 0,15, Kohlensäuregas 0,05. Berzelius *Thierchem. p.* 240. Im dritten Magen ist das abgesonderte Lösungsmittel sauer, im vierten noch saurer. Der Labmagen der Kälber enthielt in Tiedemann und Gmelin's Untersuchungen geronnene Milch. Im Labmagen des Ochsen war ein weicher gelblichbrauner Brei. Der Labmagen der Wiederkäuer enthielt 1. Eiweissstoff bei Ochsen und Kälbern, 2. durch Salzsäure sich röthende Materie bei Ochsen und Schafen, 3. durch salzsaures Zinn fällbare Materie bei Schafen.

Marcet hat gezeigt und Prout bestätigt, dass bei Hunden, von denen der eine mit thierischer Nahrung, der andere mit Brot gefüttert wurde, der Chymus bei dem erstern weit eiweissstoffhaltiger war als bei dem letztern. Thomson *Annals of philos.* 1819. Jan. und April.

Bei den Vögeln fanden Tiedemann und Gmelin in der durch Extraction der Nahrung im Kropfe gebildeten Flüssigkeit Eiweiss der Nahrungsstoffe aufgelöst, so dass diese Flüssigkeit zuweilen in der Hitze gerann, Eiweiss nach dem Genuss von Fleisch, Pflanzeneiweiss nach dem Genuss von Getreide und Erbsen. Noch mehr finden sich diese Materien im Muskelmagen.

### Theorie der Magenverdauung.

Unter den ältern Lehren über das Wesen der Verdauung sind mehrere offenbar heutzutage bloss von historischem Werthe, wie z. B. diejenige von der Zerreibung der Nahrungsstoffe durch

die Magenwände. Es sind im Magen der meisten Thiere keine mechanischen Hülfsmittel dazu vorhanden (Vergl. p. 499.), und dann haben die Versuche von Reaumur und Spallanzani gezeigt, dass in durchlöcherten Röhren eingeschlossene Substanzen, auf welche gar kein Druck statt haben konnte, eben so leicht verdaut werden. Ebenso ist es kaum nöthig, zu bemerken, dass die Theorie von der Putrefaction der Speisen im Magen ungegründet, indem keine Zeichen der Fäulniss an den verdauten Stoffen wahrnehmbar sind, während doch bei 30° R. Temperatur, wenn die Speisen ihrer blossen Zersetzung überlassen wären, sehr bald Zeichen der Fäulniss eintreten müssten. Dann aber verlieren selbst anfangend faule Substanzen während der Verdauung die Putrefaction, wie Spallanzani gezeigt hat.

Bei dem heutigen Zustande der Untersuchungen frägt es sich zunächst:

1. ob die Verdauung ohne Antheil einer Verdauungsflüssigkeit das Wesen derselben in einer chemischen Veränderung der Speisen, Fermentation oder Oxydation bestehe, wodurch sie ihre Cohäsion verlieren und zerfallen. Bei dieser Ansicht giebt es keinen Magensaft als Verdauungsprincip, und was man so nennt, ist das Product, nicht die Ursache der Verdauung.

2. oder ob die Verdauung wesentlich in Auflösung und chemischer Veränderung der Speisen durch ein Lösungsmittel, den Magensaft, bestehe.

Die erstere Theorie erscheint in den Ansichten von Boerhave von der Fermentation, und ist in der neuern Zeit durch C. H. Schulz durch die Ansicht von dem Zerfallen durch Oxydation erneuert worden. Die Theorie der Fermentation schliesst übrigens die Vorstellung von einem wirksamen Magensaft nicht aus.

Bei der Fermentationstheorie dachte man sich eine chemische Wirkung der Principien der Nahrungsstoffe auf einander, welche entweder durch einen Rest der vorhergehenden Verdauung, oder durch ein von dem Magen abgesondertes Ferment entstehen soll. Hiernach wäre also die Säure im Magen ein Product der Fermentation. Diese Theorie ist niemals bewiesen, kann aber jetzt widerlegt werden. Fände in dem Magen eine Fermentation statt, so wäre sie gewiss eigener Art und würde sich von den bekannten Fermentationen unterscheiden; indem, wie sich später zeigen wird, die wesentlichen Erscheinungen der Gährung bei der künstlichen Verdauung fehlen. Die neulich von Schultz vorgetragene Theorie der Verdauung geht zwar nicht von der Fermentation aus, ist jedoch im Princip ähnlich, indem sie behauptet, dass die Speisen nicht durch einen eigenen Magensaft aufgelöst, sondern durch Oxydation umgewandelt würden und dadurch ihre Cohäsion verlören, dass aber die Säure nicht die Ursache, sondern die Folge der Bildung des Chymus sey. Schon Montègre hatte die Existenz eines eigenen Magensaftes geläugnet. Er hatte gefunden, dass, nachdem er alle Magenflüssigkeit ausgebrochen, und den etwaigen Rückstand im Magen durch Verschlingung vom Magnesia neutralisirt hatte, die darauf genommenen Nahrungsmittel nicht weniger chymificirt wurden und nicht we-

niger sauer geworden waren. Er hielt also den angeblichen Magensaft für nichts anderes, als für Speichel und Magenschleim, die durch die Chymification verändert worden. Man sieht leicht ein, dass die Chymification in diesen Fällen eben so gut durch die Absonderung einer neuen Quantität Magensaftes erfolgen konnte. Die Gründe, welche Schultz für jene Theorie anführt, sind folgende: Ein eigener Magensaft existire nicht. Was Tiedemann und Gmelin dafür genommen, seyen Reste von Chymus gewesen; ausser der Chymification finde keine Säurebildung statt, und könne auch nicht durch mechanische Reizung der Magenwände hervorgerufen werden. Diesem Satz in der Schultz'schen Theorie widersprechen wenigstens übereinstimmende directe Beobachtungen, sowohl die von Spallanzani, Tiedemann und Gmelin, als die viel entscheidenderen von Beaumont. Dann stützt sich Schultz ferner auf die Analogie der Pflanzen, indem die Nahrungsstoffe der Pflanzen auf eine ähnliche Art vorbereitet würden, und der Nahrungsstoff in dem keimenden Samen durch eine Art Oxydation in Säure und Zucker umgewandelt und löslich werde. Diese Gründe sind sehr gut, es frägt sich hier indess wieder, ob es bei den Thieren ein eigenes Lösungsmittel, einen Magensaft gäbe, der selbst ausser dem Körper Nahrungsstoffe aufzulösen im Stande ist, was, wenn man auch auf die älteren unvollkommeneren Erfahrungen keine Rücksicht nehmen will, durch die zahlreichen übereinstimmenden Beobachtungen von Beaumont, Eberle u. A. bejahend zur Evidenz gebracht wird. Endlich stützt sich Schultz auf die Erfahrung von der Gerinnung der Milch durch den Magen, indem das Sauerwerden der Milch ein Beispiel für die Umwandlung einer nicht sauren Nahrung in sauren Chymus darbiete. Die Milch werde auch durch eine Infusion des trocknen Kalbsmagens geronnen, nachdem alle Säure desselben durch Kali carbonicum abgestumpft worden. Ausserdem mache auch eine Infusion vom frischen Magen eines durch 40 Stunden hungernden Hundes, obgleich sie deutliche Zeichen von Alkalescenz darbiete, die Milch gerinnen; endlich gerinne auch die Milch im Magen saugender junger Hunde, deren Magen nach 12—16 Stunden leer sey und sich neutral und alkalisch verhalte; die Gerinnung erfolge nur langsamer, als wenn sich Säure im Magen befinde. Die Ursache der Gerinnung der Milch ist allerdings nicht allein die Säure des Magensaftes, wie bereits Berzelius zeigte, vielmehr, wie man jetzt mit Bestimmtheit weiss, ein eigenthümliches organisches Princip des Magensaftes.

So wie die Sachen standen, kam Alles darauf an, zu entscheiden: 1. ob es einen eigenen Magensaft giebt? 2. ob dieser Magensaft, gleichviel von welcher Natur, die Speisen in und ausser dem Körper aufzulösen im Stande ist? und 3. wenn diess geschieht, ob es durch die Säure dieses Saftes oder durch andere als existirend nachweisbare Principien erfolgt, und 4. ob mit dieser Auflösung eine chemische Veränderung verbunden ist.

*Erste Frage.* Giebt es einen Magensaft? Diese Frage ist bereits in dem vorhergehenden Capitel beantwortet, wo die zahlreichen Versuche von Tiedemann und Gmelin, namentlich aber die

entscheidend gewordenen von Beaumont aufgeführt sind, welcher den Magensaft des St. Martin im nüchternen Zustande durch mechanische Reizung in merklicher Quantität zur Absonderung brachte, und aus dem Magen durch die krankhafte Oeffnung desselben herausnahm.

*Zweite Frage.* Ist der Magensaft ein lösendes Mittel der Speisen innerhalb und ausserhalb des thierischen Körpers? Hier kommt Alles auf die Möglichkeit einer künstlichen Auflösung der Speisen ausser dem Magen durch Vermischung derselben mit dem Magensafte an. Die künstlichen Verdauungen sind zuerst durch Spallanzani berühmt geworden. Spallanzani verschaffte sich Magensaft der Vögel, indem er kleine Schwämme an Fäden durch den Mund bis in den Magen brachte, nach einiger Zeit wieder herauszog und mit der hierdurch gewonnenen Flüssigkeit gekaute Nahrungsmittel vermischte, und nun dieses Gemeng in kleinen Glasgefässen in seiner Achselhöhle erwärmte; nach 15 Stunden oder zwei Tagen schienen die Nahrungsmittel in Chymus verwandelt zu seyn. Diese Versuche schienen durch die von Montègre im Jahre 1812 dem französischen Institut vorgelegten Beobachtungen widerlegt zu werden. Montègre konnte willkührlich erbrechen; er verschaffte sich nüchtern dadurch den vorgeblichen Magensaft, den er in den meisten Fällen merklich sauer fand. Nachdem Stevens bei einer künstlichen Verdauung ein ähnliches Resultat wie Spallanzani gefunden hatte, haben Tiedemann und Gmelin ebenfalls mit dem Magensafte zweier Hunde eine künstliche Verdauung versucht. Im ersten Versuche wurden 10 Grammen mit 3 Grammen gekochtem Rindfleisch, und 10 Grammen mit einem Würfel von der Rinde befreiten Brotes gemengt und in einem dritten Gefässe gleichviel Fleisch mit der innern Wand des Magens in Berührung in denselben eingewickelt. Ebenso verfuhren sie mit Brot und Magenhaut, endlich stellten sie ein gleiches Stück Fleisch mit Wasser, und ein gleiches Stück Brot mit Wasser zusammen. Sämmtliche Gefässe wurden einer Temperatur von 30—40° Cent. 8 Stunden lang ausgesetzt. Das Fleisch im Magensafte war auf der Oberfläche zu einem röthlichweissen, sehr weichen, leicht abzuschabenden Brei erweicht. Das Fleisch in der Magenhaut hatte keinen solchen Ueberzug, war höchstens ein wenig weicher, als das mit reinem Wasser zusammengebrachte Fleisch, welches ganz hart und zähe war, ohne dass sich etwas Bemerkliches abschaben liess. Das Brot im Magensafte war in eine weiche, leicht abzuschabende, weissliche Masse verwandelt; fast eben so weich war das Brot in der Magenhaut geworden, während das Brot im Wasser weniger weich als das im Magensafte geworden war. In dem zweiten Versuche mit 62 Grammen Magensaft stellten sie in verschiedenen Gefässen Magensaft und rohes Rindfleisch, Magensaft und gekochtes Eiweiss, Wasser und Rindfleisch, Wasser und Eiweiss, Wasser mit 10 Tropfen destillirten Essig und Rindfleisch, Wasser mit eben so viel Essig und Eiweiss zusammen. Die Temperatur war wie in dem vorigen Versuche, die Dauer 10 Stunden. Das Fleisch im Magensafte war oberflächlich sehr erweicht, so dass sich eine

breiartige Materie abschaben liess, das Eiweiss im Magensafte war ebenfalls oberflächlich erweicht, und verhielt sich ungefähr eben so, wie das Eiweiss in dem Magen des Hundes, der mit geronnenem Eiweiss gefüttert war. Das Fleisch im Wasser war weisslich und ganz fest, während das im Magensafte blassroth geworden war; auch das Eiweiss im Wasser war ganz fest. Die andern Stoffe im Essigwasser hatten gar keine Erweichung erlitten. Tiedemann und Gmelin a. a. O. p: 209. 210.

Von ganz besonderer Wichtigkeit sind nun die künstlichen Verdauungen von Beaumont, welche wir hier im Auszuge mittheilen.

*Erste Reihe. Exp.* 2. August 7. 1825. Beaumont gewann von dem Magensafte des St. Martin, nachdem derselbe 17 Stunden gefastet hatte, auf die früher beschriebene Weise 1 Unze. Darein legte er ein ganzes Stück gekochtes, frisch gesalzenes Rindfleisch von 3 Drachm., und setzte das Gefäss im Wasserbade einer Temperatur von 100° F. aus. In 40 Minuten hatte die Digestion deutlich auf der Oberfläche des Fleisches begonnen, nach 50 Minuten war die Flüssigkeit trüb geworden, die äussere Oberfläche begann sich zu zertheilen und lose zu werden; nach 2 Stunden war das Zellgewebe zerstört und die Muskelfasern lose und unzusammenhängend geworden; nach 6 Stunden waren sie fast alle gänzlich verdaut und nur wenige Fasern übrig geblieben, nach 10 Stunden war Alles verdaut. Der im Anfange des Versuchs klare Magensaft setzte beim Stehen ein feines Sediment zu Boden. Zu gleicher Zeit mit diesem Versuche hatte Beaumont in dem Magen des St. Martin ein kleines Stück Rindfleisch aufgehängt, welches nach 1 Stunde so wie in der künstlichen Verdauung verändert, nach 2 Stunden aber ganz verdaut war.

*Zweite Reihe. Exp.* 24. December 14. 1829. Beaumont gewann $1\frac{1}{2}$ Unzen Magensaft durch die äussere Oeffnung des Magens von St. Martin nach einem Fasten von 18 Stunden, und brachte diesen mit 12 Drachm. frisch gesalzenen, gekochten Rindfleisches zusammen, im Wasserbad von 100° F. Nach 6 Stunden war das Fleisch halb aufgelöst; nach 24 Stunden wog der trocken gequetschte Rest 5 Drachm. 2 Scrup. 8 Gr.

*Exp.* 25. 20 Minuten, nachdem St. Martin eine gewöhnliche Mahlzeit von gekochtem, gesalzenem Rindfleisch, Brot, Kartoffeln und Rüben mit einem Glas Wasser zu sich genommen hatte, gewann Beaumont durch die äussere Oeffnung ein Gefäss voll des Mageninhaltes, und setzte es einer Temperatur von 90—100° F. aus. Nach 5 Stunden fand sich nur ein geringer Unterschied zwischen der künstlichen und natürlichen Verdauung. Von ähnlichem Erfolge ist das Exp. 26.

Hier hatte St. Martin eine Mahlzeit von Brot, 8 Unzen frisch gesalzenen, magern Rindfleisches, 4 Unzen Kartoffeln und 4 Unzen gekochter Rüben zu sich genommen. Nach 45 Minuten nahm Beaumont einen Theil des Mageninhaltes heraus. Die Textur des Fleisches war in kleine weiche und pulpöse Fetzen aufgelöst, das Fluidum trüb und leimig; diese Materie wurde wie gewöhnlich erwärmt. Nach 2 Stunden vom Anfange des Versuchs nahm Beau-

MONT eine neue Portion Nahrung heraus. Diese verhielt sich in Hinsicht der fortgeschrittenen Verdauung fast eben so wie bei der künstlich fortgesetzten Verdauung: Bei der letztern waren fast alle Partikeln von Fleisch verschwunden und in ein röthlichbraunes Sediment verwandelt, während lockere, weisse Coagula an der Oberfläche der Flüssigkeit schwammen. Bei der zuletzt herausgenommenen Portion wurde die künstliche Verdauung fortgesetzt. Nach 3 Stunden vom Anfange des Versuchs hatte die Verdauung in beiden Gefässen gleiche Fortschritte gemacht; am andern Morgen (der Versuch war um 3 Uhr Nachmittags begonnen) war Alles verdaut bis auf einige Ueberbleibsel von Vegetabilien. Die Contenta der Gläser waren in dieser Zeit von der Consistenz einer dünnen Gallerte, von einer hellbraunen Farbe, salzigem und saurem Geschmack.

*Exp.* 31. März 9. 1831. BEAUMONT gewann aus dem leeren Magen des ST. MARTIN 2 Unzen Magensaft, theilte diesen in zwei gleiche Theile, und legte in jeden eine gleiche Quantität Roastbeef: Den einen Theil erwärmte er im Wasserbade bei 99° F., den andern liess er an der offenen Luft bei 34° stehen. Dieselbe Quantität Fleisch that er in eine gleiche Quantität Wasser und liess sie unerwärmt stehen. 1 Stunde darauf hatte ST. MARTIN sein Frühstück aus demselben Fleisch mit Zwieback, Butter und Kaffee geendet. Um 10 Uhr nahm BEAUMONT eine Portion theilweise verdauter Nahrung aus dem Magen und erwärmte sie wie gewöhnlich. Das Fleisch der künstlichen Verdauung und Wärme war in demselben Zustande wie das des Magens, das Fleisch des kalten Magensaftes war weniger verdaut, das Fleisch in dem blossen Wasser war nur macerirt, noch eben so wie nach dem Kauen. 2 Stunden 45 Minuten nach Anfang des Versuchs war in dem Magen Alles verdaut und weggegangen. Da 6 Stunden nach dem Anfange des Versuches die Fleischstückchen in dem Magensafte halb verdaut,. nicht weiter aufgelöst waren, so nahm BEAUMONT 12 Drachm. Magensaft aus dem leeren Magen des ST. MARTIN, und setzte sie zu den künstlichen Verdauungen mit Magensaft, auch zu der Masse, die aus dem Magen genommen war. Darauf begann die Verdauung wieder und schritt regelmässig fort, aber schneller in der aus dem Magen genommenen Portion; in letzterer blieb indess ein solides Stück Fleisch, welches wahrscheinlich ungekaut verschlungen war, unaufgelöst. Die Gefässe mit kaltem Wasser und kaltem Magensafte waren 8 Stunden nach Anfang des Versuchs wenig verändert. Nach 24 Stunden zeigten die Portionen folgende Erscheinungen: Die eine Stunde nach dem Essen aus dem Magen genommene Portion war vollständig verdaut, und in eine dickliche, breiige Masse von röthlichbrauner Farbe verwandelt, mit Ausnahme des ungekauten Stücks Fleisch. Diese Portion hatte einen scharfen, ranzigen Geruch, und war etwas bitter. Die Portion Magensaft mit Fleisch war sehr ähnlich der erstern, obgleich weniger vollkommen verdaut; sie war nicht so consistent, aber von demselben scharfen Geruch und bitterem Geschmack, zugleich empyreumatisch und schwach faulig riechend. Die kalten Portionen Fleisch und Magensaft, Fleisch

und Wasser, glichen einander sehr, beide waren macerirt, aber nicht verdaut; kaum hatte der Magensaft etwas mehr als das Wasser eingewirkt. Dieser hatte übrigens einen eigenthümlichen Geschmack erhalten; seine Farbe war dunkelbraun, die wässrige Portion röthlichgrau. Ungefähr zur selben Zeit des andern Tages, nämlich eine Stunde später, als der Versuch am ersten Tage begonnen hatte, setzte Beaumont diese beiden Portionen dem Wasserbade aus, und behandelte sie so 24 Stunden. In der Portion im Magensafte schritt die Verdauung nun deutlich vor: das Fleisch verminderte sich, und eine dünne, kleisterartige Flüssigkeit bildete sich. Die wässrige Portion zeigte keine anderen Erscheinungen als die einer einfachen Maceration; gegen das Ende der letzten 24 Stunden begann die faule Fermentation.

*Dritte Reihe. Exp.* 15. December 15. 1832. Frühstück von Beefsteak, Brot und Kaffee; zur selben Zeit kaute St. Martin 4 Drachm. Beefsteak, welches in Magensaft, der vorher aus dem Magen genommen wurde, gelegt wurde. Zu einer andern gleichen Quantität Magensaft legte Beaumont ein gleiches Stück Fleisch, aber ungekaut: beide wurden wie gewöhnlich erwärmt, eben so eine gleiche Portion Fleisch mit einer Unze Wasser. Nach $2\frac{1}{2}$ Stunden war die Mahlzeit in dem Magen beinahe verdaut und mehr als die Hälfte schon fortgegangen; verglichen mit den künstlichen Verdauungen glich dieser Chymus beinahe dem gekauten Fleische und dem Magensafte, war aber mehr verdaut und dünner, und enthielt Oeltheilchen und Brot. Das ungekaute Fleisch war nicht so dick und gelatinös, von dunklerer Farbe; das Stück Fleisch war nicht sehr verkleinert, die Oberfläche nur ein wenig zerstört, erweicht und mit einer grauen Haut bedeckt. Die wässerige Portion hatte keine oder wenig Veränderung erfahren. Die künstlichen Verdauungen wurden 24 Stunden fortgesetzt: die aus dem Magen genommene Portion blieb fast in demselben Zustande. Der Magensaft mit gekautem Fleische stellte eine dicke, breiige, halbflüssige Masse mit einigen deutlichen Fleischfibern dar, welche auf den Boden einer gelblich-molkigen Flüssigkeit sanken. Das Fleisch im Wasser hatte keine andere Veränderung als anfangende Fäulniss erfahren. Das ungekaute Fleisch im Magensafte war ungefähr um die Hälfte vermindert, der Rückstand locker und weich, das Fluidum war trübe mit einem feinen braunen Sediment wie in der gekauten Portion. Vergl. *Exp.* 23. 28. 33.

*Exp.* 48. Am 8. Januar 1833. $\frac{1}{2}$ Unze Magensaft wurde ohne Schwierigkeit herausgenommen. In zwei gleiche Theile getheilt, brachte sie Beaumont in besondere Gläser; in ein drittes goss er 2 Drachm. einfaches Wasser. Zu jedem der 3 Gläser that er ein einzelnes Stück Schöpsenherz von 11 Gr. Ein Glas mit Magensaft und Herz brachte er in die Achselhöhle, das andere zugleich mit dem Wasserglase stellte er unter ziemlich häufigem Umschütteln an einen kühlen Ort von ungefähr 46° Fahr. Um 7 Uhr Nachmittags war das Stück im warmen Magensafte halb verdaut; die Flüssigkeit undurchsichtig röthlichbraun; das Herz im kalten Magensafte sehr wenig angegriffen, an der Oberfläche mit einer dün-

nen, glutinösen Schicht bedeckt und die Flüssigkeit ein wenig trübe. Das Stück im Wasser war nicht im Mindesten afficirt, und das Wasser war vollkommen durchsichtig, als wäre es eben eingegossen. Am 9. Januar 9 Uhr Vormittags zeigten die drei Muskelstückchen folgende Resultate: das im warmen Magensafte, als es herausgenommen und eben so trocken gemacht war, wie beim ersten Hineinlegen, wog $7\frac{1}{2}$ Gr.; das im kalten Magensafte, eben so behandelt, wog $12\frac{1}{2}$ Gr., indem es durch Einsaugung des Magensaftes $1\frac{1}{2}$ Gr. gewonnen hatte; das im einfachen Wasser wog 11 Gr., hatte also weder etwas verloren, noch etwas gewonnen. Die im ersten Glase zurückgebliebenen $3\frac{1}{2}$ Gran waren in einem ganzen Stücke von derselben Form, wie es zuerst hineingelegt war, aber sehr zart und weich und kaum im Stande, den hinreichenden Druck beim Aufheben mit den Fingern zu ertragen; sie waren ein vollständiger Brei. Das Muskelstück im zweiten Glase hatte im Umfange ein wenig zugenommen, erschien geschwollen, zart, schleimig und weich, hatte aber noch hinreichende Stärke des Gewebes, um einem beträchtlichen Druck beim Aufheben zu widerstehen. Es war nicht aufgelöst. Das Stück im Wasser behielt seine Festigkeit und war unverändert, wenn man einige Blässe der Oberfläche durch die Maceration abrechnet. Am 10. Januar Morgens 8 Uhr zeigten sich folgende Erscheinungen: Das erste Stück in dem warmen Magensafte wog $1\frac{1}{2}$ Gr., indem es in 23 Stunden nur 2 Gr. verloren hatte; es hatte dieselbe Form und ungefähr dieselbe Consistenz wie gestern. Ein röthlichbraunes Sediment war auf dem Boden der molkenfarbigen Flüssigkeit. Das zweite Stück im kalten Magensafte wog etwas über 9 Gran, hatte also etwa $3\frac{1}{2}$ Gran verloren; das im Wasser war unverändert und wog immer noch 11 Gran. Am 10. goss Beaumont in das Glas mit dem warmen Magensafte und Muskelfleische $\frac{1}{4}$ Drachme frischen, eben herausgenommenen Magensaft, nahm es wieder in die Achselhöhle auf, und in 5 Stunden war der Inhalt bis zu einer kaum bemerkbaren Spur aufgelöst.

Das Muskelstück im kalten Magensafte, in der Temperatur zwischen 50—60° F. bis zum 11. Morgens 9 Uhr erhalten, wog 7 Gr., hatte dieselbe Form, wie gestern, und dieselbe Textur. Die Flüssigkeit war mehr undurchsichtig und milchicht geworden, und der Bodensatz vermehrt.

Das Stück im Wasser hatte sich nicht verändert und wog genau noch 11 Gran. Um 9 Uhr Vormittags diese zwei Gläser in die Achselhöhle. Abends 9 Uhr war der Rest des Muskelstückes in dem am Morgen in die Achselhöhle gebrachten Glase mit Magensaft fast ganz gelöst, indem nur 1 Gr. als zarter Brei zurückblieb.

Das Muskelstück im Wasser blieb unverändert, und wog gerade so viel als zuerst; aber es begann einen heftig stinkenden Geruch zu verbreiten, und in wenig Tagen wurde es sehr faulig. Es wurde jedoch seine erste Beschaffenheit durch 3 Drachm. frischen Magensaftes, den er am 21. hinzugoss, fast ganz wieder hergestellt. Als es ins Wasserbad gestellt, zu digeriren und bald dar-

auf zu chymificiren begann, verlor es seinen stinkenden Geruch und erlangte einen stark sauren, oder vielmehr scharfen Geschmack.

Auf diese Art sind von Beaumont noch eine Menge künstlicher Verdauungen angestellt, wie in den Exp. 58. 66. 78. 84. 85. 86. 95. (Magensaft und Kartoffeln) 96. 101. 104. 105. 106. 109. 110. 111. 112. 115. Im Allgemeinen fand immer derselbe Erfolg statt. Der Magensaft zeigte sich als Lösungsmittel für die verschiedensten Speisen. Was die Glaubwürdigkeit des Verfassers betrifft, so ist zu erwähnen, dass derselbe zufällige Erscheinungen bei den Versuchen immer mit grosser Gewissenhaftigkeit angiebt, und dass er sich auf das Interesse mehrerer Gelehrten, Silliman, Knight, Yves, Hubbard, Dunglisson, Sewall, Jones, Henderson an diesen Versuchen bezieht. Es ist also nach diesen Versuchen nicht entfernterweise zweifelhaft, dass der Magensaft wirklich in und ausser dem Körper ein Lösungsmittel organischer Substanzen ist.

*Dritte Frage.* Sind die lösenden Principien im Magensafte Säuren oder andere unbekannte Stoffe?

Tiedemann und Gmelin neigten sich zu der Theorie, dass die Auflösung der Speisen durch die im Magensafte vorgefundenen Säuren, also durch Essigsäure und Salzsäure geschehe.

Um die auflösende Wirkung der im Magen vorkommenden Säuren auf einige nicht im Wasser lösliche organische Stoffe kennen zu lernen, stellten sie diese Säuren mit thierischen Substanzen bei ungefähr 10° C. einige Wochen zusammen.

Die aufzulösenden Stoffe waren:

1. Faserstoff aus dem Blute der Kälber.
2. Faserstoff aus dem Blute der Ochsen.
3. Faserstoff aus dem Blute der Pferde.
4. Die Haut dicker Venenstämme von einem Pferde.
5. Die Haut dicker Arterienstämme von einem Pferde.
6. Hart gekochtes Hühnereiweiss.
7. Darmschleim aus dem Dünndarm eines Hundes.
8. Darmschleim aus dem Dünndarm eines Pferdes.

Ueberall waren die Gewichtsverhältnisse, wobei diese Materien in feuchtem Zustande bestimmt wurden, die Temperatur und die Zeit dieselben.

*Essigsäure.*

1., 2. und 4. absorbirte sämmtliche Essigsäure und schwoll damit zu einer durchscheinenden Masse auf, die sich beim Erwärmen mit einer neuen Menge von Säure völlig löste.

Bei 3., 5. und 6. blieb wenig flüssige Säure, welche durch Galläpfeltinctur und blausaures Eisenkali stark gefällt wurde. Der aufgequollene Rückstand von 3. und 5., mit mehr Säure erwärmt, wurde noch gallertartiger und löste sich grösstentheils auf; der von 6. war minder aufgequollen und veränderte sich auch in der Wärme weniger.

Der Schleim 7. und 8. blieb in der kalten Essigsäure ziemlich unverändert, so dass sich diese mit Galläpfeltinctur nicht deutlich trübte; doch löste er sich beim Erhitzen mit frischer Essigsäure grösstentheils auf.

*Salzsäure.*

Die kalte Salzsäure hatte, nach der Wirkung der Galläpfeltinctur zu urtheilen, von den Materien 1. bis 6. sehr viel, vom Schleim 7. und 8. nur wenig gelöst. Tiedemann und Gmelin, a. a. O. p. 332.

Beaumont hat auch mehrere Versuche über künstliche Auflösung der Nahrungsmittel durch Säuren, und zwar im Vergleich mit gleichzeitigen Versuchen mit Magensaft, angestellt.

*Vierte Reihe. Exp.* 46. Beaumont nahm 3 Gläser, goss in das erste 2 Drachm. Magensaft, in das zweite 2 Drachm. gewöhnlichen Weinessig, und in das dritte 2 Drachmen Wasser, und fügte jedem einzelnen 10 Gr. frisches Eiweiss hinzu.

Diese drei Gläser in die Achselhöhle genommen und 2 Stunden lang geschüttelt, zeigten Folgendes: Die Gerinnsel im Magensafte waren halb gelöst und die Flüssigkeit milchicht; die im Weinessig und Wasser blieben dieselben, und ihre Flüssigkeit unverändert. In 5 Stunden war das Eiweiss im Magensafte vollständig aufgelöst und die Flüssigkeit mehr undurchsichtig und weiss; in den beiden anderen Gläsern zeigte sich dasselbe, wie bei der letzten Besichtigung; die Gerinnsel im Weinessig wogen herausgenommen 9 Gr., die im Wasser waren zu lose und schäumig, als dass sie hätten herausgenommen und gewogen werden können.

*Dritte Reihe. Exp.* 115. Beaumont machte verdünnte Salzsäure in Stärke und Geschmack dem Magensafte so ähnlich als möglich, und nahm davon 3 Drachm., vermischte sie mit 1 Drachm. bis zu fast demselben Geschmack verdünnter Essigsäure, und goss das Gemisch auf 1 Scrup. fein geschnittenes, gebratenes Rindfleisch. Dieselbe Quantität eben so zubereitetes Fleisch legte er in 4 Drachm. Magensaft. Nachdem beide Gefässe $6\frac{3}{4}$ Stunden im Bade gestanden, dann herausgenommen und filtrirt worden, wog das im Magensafte gewesene Fleisch nur 2 Gr., wogegen das in den Säuren digerirte sich nicht aufgelöst, sondern nur sein fibröses Gefüge verloren hatte, indem es eine zitternde, gallertartige Masse bildete, die zu zäh war, um durchs Filtrum zu gehen, und mehr als beim Hineinlegen in die Säuren wog. Zugleich erschien es nicht dem Chymus ähnlich, noch dem im Magensafte digerirten Fleische. Nach abermaliger achtstündiger Digestion im Bade war das Fleisch in den Säuren fast ganz aufgelöst, und liess, wenn es durchs Filtrum lief, nur eine sehr geringe Menge der gallertartigen Substanz zurück, die bei der ersten Untersuchung so häufig war. Die Flüssigkeit war nun der durch Digestion des Fleisches mit dem Magensafte erzeugten ähnlicher, obgleich nicht durchaus gleichartig, indem letztere, undurchsichtig und von weisslichgrauer Farbe, ein dunkelbraunes Sediment beim Stehen zeigte, während die der sauren Digestion ebenfalls undurchsichtig, aber von röthlichbrauner Farbe war und kein Sediment absetzte.

Zwei Drachmen Galläpfelinfusion bewirkten in der Digestion mit Magensaft einen feinen, röthlichbraunen Niederschlag, indem die Flüssigkeit dieselbe Farbe annahm. In der Digestion mit den Säuren brachten die 2 Drachm. Galläpfelinfusion einen viel

copiöseren Niederschlag hervor, worüber eine klarere und dünnere Flüssigkeit von weisslicher, fast durchsichtiger Farbe stand.

*Exp.* 104. Um 9 Uhr Vormittags nahm Beaumont 40 Gr. gekautes, gekochtes Rindfleisch, theilte es in 2 gleiche Theile, legte den einen in 4 Drachm. Magensaft und den andern in 4 Drachm. einer Mischung aus 3 Theilen verdünnter Salzsäure, und 1 Theil verdünnter Essigsäure, die durch zugesetztes Wasser dem Magensafte an Geschmack so ähnlich als möglich gemacht war, und stellte beide Gläser ins Bad. Um 6 Uhr des Abends war im Magensafte Alles aufgelöst; die Digestion mit den Säuren liess bei dem Durchseihen 9 Gr. Rückstand von gallertartiger Consistenz. Die Flüssigkeit der Digestion mit Magensaft war undurchsichtig hellgrau, und liess beim Stehen ein braunes Sediment fallen; die andere war ebenfalls undurchsichtig, aber röthlichbraun, und zeigte kein Sediment.

*Exp.* 105. Früh 9 Uhr nahm Beaumont 40 Gr. reine trockne Ichthyocolla, theilte sie in 2 gleiche Theile, legte den einen in 4 Drachmen einer Mischung von Essigsäure und Salzsaure, in derselben Art wie im Experiment 104 bereitet, den andern in 4 Drachmen Magensaft, und stellte beide ins Bad. Um 6 Uhr Abends war die Ichthyocolla im Magensafte ganz aufgelöst, die in den verdünnten Säuren liess 3 Gran Rückstand von gallertartiger Consistenz auf dem Filtrum. Die Flüssigkeit in der Mischung von Magensaft war undurchsichtig weisslich, mit wenigem feinem Sediment von brauner Farbe, die von den Säuren ebenfalls undurchsichtig, aber von röthlichbrauner Farbe, dünner, schleimiger Consistenz und ohne Sediment. Als er zu letzterer 1 Drachm. Galläpfelinfusum zugoss, entstand sogleich eine reichliche rahmähnliche Flüssigkeit, und langsam fiel ein zartes compactes Sediment zu Boden. Als eben so viel Galläpfelinfusum zu den Säuren gesetzt war, bildete unmittelbar darauf die ganze Masse ein grobes, braunes Coagulum, das nach einigem Ruhigstehen ein häufiges, loses, bräunliches Sediment, und eine hellgefärbte, durch Stehen weiss und milchig werdende Flüssigkeit sich abscheiden liess; das Sediment wurde compact und blieb so.

Die Präcipitate, nach Hinzufügen des Galläpfelinfusum herausgenommen und filtrirt, wogen: das aus dem Magensaft 18 Gr., das aus den Säuren 40 Gr., indem der Gewichtsunterschied ungefähr gleich war der hineingelegten Gelatina.

*Exp.* 106. Am folgenden Tage früh 9 Uhr wurde ganz dasselbe Experiment (105) wiederholt. Nachmittags 15 Minuten nach 3 Uhr war im Magensafte alles bis auf eine Kleinigkeit aufgelöst, in den Säuren fast eben so, nur blieben 6 Gr. gallertartige Substanz auf dem Filtrum zurück. Die Flüssigkeit im Magensafte hatte eine blaulichweisse Farbe, und die andere eine gelbliche wie trockene Gelatina. Um 6 Uhr war in den Säuren die Gelatina aufgelöst, und die überstehende Flüssigkeit in beiden Gefässen sehr ähnlich.

Eine Drachme Galläpfelinfusum, beiden Mischungen hinzugefügt, bildete sogleich lose hellgefärbte Coagula in beiden. Aus dem Magensaftgemische fiel ein compactes Sediment zu Boden,

worüber eine undurchsichtige, milchichte Flüssigkeit stand. Die groben Coagula in dem Säuregemische blieben lange Zeit durch die ganze Flüssigkeit suspendirt und fielen allmählig nieder. Nach 48 Stunden waren beide Niederschläge am Boden zu einer compacten Masse geworden, und zeigten deutliche Theilchen von ganz ungelöster Gelatina, mit einer schmutzigweiss gefärbten, quarkähnlichen Substanz vermischt.

*Exp.* 96. Nachmittags 3 Uhr nahm Beaumont 2 gleiche Theile, jeden zu 2 Drachm., Speichel, machte sie säuerlich, den einen mit Essigsäure, den andern mit Salzsäure, bis sie ungefähr den Geschmack des Magensaftes angenommen hatten, und legte darauf in jedes Glas 2 Stückchen Pastinake und 2 Stückchen Moorrübe, von beiden je eins gekocht und das andere roh; jedes wog 10 Gr. Nun wurden beide Gefässe ins Bad gebracht. Den folgenden Tag 3 Uhr Nachmittags hatte die Moorrübe im Speichel mit Salzsäure nichts an Gewicht verloren; die Pastinake nur 2 Gr. In der Essigsäure waren beiderlei Wurzeln unverändert. Beide Flüssigkeiten waren in ihren bemerkbaren Eigenschaften und Erscheinungen dieselben geblieben. Nachdem sie noch 24 Stunden unter häufigen Bewegungen im Bade gehalten worden, hatte die Pastinake 4 Gr. und die Moorrübe nichts an Gewicht verloren in der Salzsäuremischung. Die Pastinake in der Essigsäure hatte 6 Gr. und die Moorrübe 4 Gr. verloren, aber es schien mehr durch Maceration als durch Auflösung wie bei der Verdauung geschehen zu seyn.

Er mischte nun Alles zusammen und hielt es noch 24 Stunden im Bade, wo dann das ganze vegetabilische Ueberbleibsel 12 Gr. wog. Die Flüssigkeit erschien jetzt ein wenig chymusartiger und mehr trübe.

Um die Richtigkeit der Theorie, dass das auflösende Princip des Magensaftes die Säure desselben sey, zu prüfen, habe ich auch schon längst einige Versuche gemacht. Ich legte Stückchen Fleisch von einigen Gran und kleine Würfel von geronnenem Eiweiss in gleiche Quantitäten sehr verdünnter Salzsäure, Essigsäure, Milchsäure, Weinsteinsäure und Kleesäure. Obgleich sich nun bald aus der Flüssigkeit ein Theil des aufgelösten Stoffes mit den gewöhnlichen Reagentien niederschlagen liess, indem eine Trübung entstand, so zeigte sich doch die Hauptmasse Fleisch und Eiweiss von einigen Gran selbst nach mehreren Tagen durchaus nicht merklich verändert, ja es behielten sogar die kleinen Würfelchen von Eiweiss Wochen lang ihre Ecken und Kanten. In der Digestionswärme wird auch nicht viel mehr auf diese Art aufgelöst. Unter jenen Säuren schien die Kleesäure, die für den menschlichen Körper schon in kleinen Quantitäten bekanntlich ein Gift ist, am stärksten zu wirken. Das Menstruum wurde nach einiger Zeit trübe und es setzte sich auch ein weisslicher Satz sparsam zu Boden; aber an dem Fleischstückchen und dem Eiweiss zeigte sich doch keine merkliche Veränderung. Zur selbigen Zeit setzte ich ein Gläschen mit verdünnter Essigsäure und kleinen Fleischstückchen 24 Stunden dem Strom einer starken galv. Säule aus; dasselbe wurde mit Kochsalzauflösung versucht;

aber auch jetzt zeigte sich keine irgend merklich verstärkte Auflösung. So gross die Auflösungskraft der Säuren für mineralische Substanzen ist, so gering ist sie für organische Substanzen, und bedenkt man, dass verdünnte oder selbst concentrirte Säuren ein kleines Stückchen Fleisch oder Eiweiss von einigen Granen in vielen Tagen nicht ganz aufzulösen vermögen, so verliert die scheinbar so einfache Theorie von der Auflösung der Nahrungsmittel durch die Säure des Magensaftes alle Wahrscheinlichkeit, die sie ohnehin für diejenigen nicht haben konnte, welche die so häufige Gleichzeitigkeit von Indigestion mit verstärkter Säurebildung erwogen haben. Man musste daher anerkennen, dass die Untersuchungen bis dahin über das wirksame, auflösende Princip im Magensafte keinen Aufschluss gegeben haben, und dass wir dieses Princip nicht kennen. Diess ist dasselbe Glaubensbekenntniss, welches bereits Berzelius vor längerer Zeit abgegeben hat.

Alles diess führt schon zu der Ueberzeugung, dass das wirksame Princip im Magensaft ein organischer Stoff ist, der auf dieselbe Art wirkt, wie die Diastase auf das Stärkemehl, indem sie dasselbe auflöst. So war der Stand der Dinge zur Zeit der Herausgabe der ersten Auflage dieses Theils des physiologischen Lehrbuchs. Seither sind wichtige Entdeckungen in Hinsicht des wirksamen organischen Princips des Magensaftes gemacht worden.

Eberle (*Physiologie der Verdauung. Würzb.* 1834.) entdeckte nämlich, dass obgleich weder die verdünnten Säuren, noch der Schleim allein das Vermögen besitzen, organische Materien schnell aufzulösen, diese auflösende Kraft doch dem säuerlichen Schleime zukömmt und dass Eiweiss und Fleisch in Digestion mit saurem Schleim oder dem säuerlichen Extracte der Schleimhäute nicht allein bald gelöst werden, sondern auch eine chemische Umwandlung erleiden, indem der Eiweissstoff seine Fähigkeit verliert, zu gerinnen und in Osmazom und Speichelstoff umgesetzt wird. Diese Entdeckung hat sich in der Hauptsache vollkommen bestätigt. Siehe J. Mueller und Schwann in Mueller's *Archiv*. 1836. 68. Man hat die Versuche von Eberle jetzt von vielen Seiten wiederholt und sie haben durchgängig ein bestätigendes Resultat gegeben. Doch hatte sich Eberle darin geirrt, dass er allem saurem Schleime jene Eigenschaft zuschrieb, welche vielmehr nur ein mit dem Magenschleime zugleich abgesondertes organisches Princip besitzt. Der Schleim aus anderen Organen als dem Magen, z. B. nach Schwann Harnblasenschleimhaut mit Salzsäure behandelt, besitzt diese Eigenschaft nicht. Man gewinnt die Flüssigkeit zur künstlichen Verdauung durch Extraction der Schleimhaut des vierten Magens des Kalbes. Die Schleimhaut desselben wird abpräparirt, mit kaltem Wasser ausgewaschen, bis sie nicht mehr sauer reagirt und dann getrocknet. So kann die Schleimhaut aufbewahrt werden, und sie ist jederzeit zu den Versuchen anwendbar. Eine Versuchsreihe, welche die Hauptphänomene auf die einfachste Art darlegt, ist folgende. Die getrocknete Schleimhaut wird in Stücke zerschnitten, und diese in 5 Probirgläser, mit destillirtem Wasser übergossen, gelegt. In 2 von diesen Gläsern werden in jedes 6—8 Tropfen Salzsäure zugesetzt, in 2 an-

dern in jedes 12—14 Tropfen Essigsäure. Zur Vergleichung enthält ein Gläschen Schleimhautstücke und blosses Wasser, und ein sechstes Gläschen so viel Wasser als die übrigen mit 8 Tropfen Salzsäure ohne Schleimhautstücke. In alle diese Gläser werden Würfel von geronnenem Eiweiss und gekochtem Fleisch von gleicher Grösse und mehreren Gran Gewicht gelegt. Nach einer Digestion von 12 Stunden bei 30° R. zeigen die herausgenommenen Fleisch- und Eiweisstücke folgende Beschaffenheit. Die mit blosser Säure behandelten Stücke zeigen sich unverändert, ebenso die mit blossen Schleimhautstücken und Wasser ohne Säure digerirten Nahrungsstoffe, welche später einen fauligen Geruch zu entwickeln beginnen. Die Stücke in dem säuerlichen Extracte von Schleimhaut sind erweicht. Das Eiweiss durchscheinend, in der Mitte käseartig, leicht zerdrückbar. Wird die Digestion noch länger bis 24 Stunden fortgesetzt, so lösen sich die Nahrungsstoffe in dem säuerlichen Extract von Schleimhaut ganz oder grösstentheils auf. Die Digestionsflüssigkeit erhält einen eigenthümlichen, durchaus nicht fauligen Geruch, welcher dem Geruche des Commissbrotes einigermassen vergleichbar ist; der Geschmack ist säuerlich, nicht angenehm. Sehr schnell löst sich Faserstoff des Blutes auf, die Auflösung geht auch bei der gewöhnlichen Temperatur der warmen Jahreszeit vor sich und schon nach einigen Stunden werden geronnene Eiweissstücke im Umfang durchsichtig und sind von einer Wolke grösstentheils aufgelöster Eiweisstheilchen umgeben. Das aufgelöste Eiweiss hat seine vorigen Eigenschaften ganz verloren, es ist nicht mehr gerinnbar, und die Untersuchung der Lösung zeigt Osmazom und Speichelstoff und nach Schwann noch einen dritten eiweissähnlichen Stoff, der von kohlensaurem Natron niedergeschlagen wird, in Wasser und Weingeist unlöslich, in verdünnter Salzsäure und Essigsäure löslich ist. Er wird nicht durch Siedhitze, weder durch essigsaures Blei, noch durch Weingeist, wohl aber durch Salpetersäure und Sublimat stark und durch Kaliumeisencyanür und Galläpfeltinctur schwächer niedergeschlagen. Wir stellten Versuche an, um zu entscheiden, ob bei der künstlichen Verdauung wie bei der Gährung Kohlensäure entwickelt und Sauerstoffgas absorbirt wird. Weder das eine noch das andere findet dabei statt.

Ueber die Natur des Verdauungsprincips und des bei der Verdauung stattfindenden Processes hat Schwann weitere Aufschlüsse gegeben. Schwann *über das Wesen des Verdauungsprocesses.* Mueller's *Arch.* 1836. 90. In den vorhergehenden Versuchen bleibt es unklar, ob das Verdauungsprincip durch Contact wirkt, oder ob es selbst im aufgelösten Zustande sofort die Nahrungsstoffe auflöst. Schwann erkannte nun, dass das klare Filtrat der Verdauungsflüssigkeit die künstliche Verdauung eben so gut als vorher bewirkt. Das Verdauungsprincip war also vollkommen aufgelöst, und die Meinung, dass es durch Contact wirke, verlor ihre Basis. Das klare Filtrat, welches die Verdauungsflüssigkeit enthält, ist an Farbe saturirtem Urin ähnlich, es behält die Fähigkeit zur künstlichen Verdauung Monate lang. Um gute Verdauungsflüssigkeit zu bereiten, empfiehlt Schwann so viel Säure

zu nehmen, dass auf $\frac{1}{2}$ Loth Magenschleimhaut und Wasser zusammengerechnet 3,3 Gran Salzsäure kommt. Die Quantität des Wassers, wenn nur die Menge der Säure nach dem angegebenen Verhältnisse verändert wird, ist ziemlich gleichgültig, und kann das Gewicht der Schleimhaut im feuchten Zustande um das Ein- bis Fünffache übertreffen. Schwann stellte sich die Frage, in wie weit die Säure zur Verdauung mitwirke. Sie ist nothwendig, wie aus den angeführten Versuchen hervorgeht, aber die Säure könnte zur Bildung irgend eines anderen wesentlich verdauenden Stoffes dienen, der einmal gebildet, selbstständig die Verdauung bewirkt. Um diess zu prüfen, neutralisirte er Verdauungsflüssigkeit mit kohlensaurem Kali und digerirte sie dann mit Eiweiss. Das Eiweiss wurde aber gar nicht verändert. Setzte er nun wieder die angemessene Menge Salzsäure zu, so wurde das Eiweiss vollständig verdaut. Freie Säure ist demnach wesentlich bei der Verdauung wirksam. Um die Frage zu lösen, ob die Säure als blosses Lösungsmittel des Verdauungsprincips diene, wurde ein Theil der Verdauungsflüssigkeit mit soviel kohlensaurem Kali versetzt, dass mehr als die Hälfte der Säure darin neutralisirt wurde, die Flüssigkeit also noch sauer reagirte und keine Trübung entstand. Obgleich nun nichts von dem Verdauungsprincip niedergeschlagen seyn konnte, ging doch die Verdauung nicht vor sich. Die Säure wirkt also nicht als blosses Lösungsmittel des Verdauungsprincips. Es entstand ferner die Frage, ob die Säure mit dem Verdauungsprincipe vielleicht eine chemische Verbindung analog den sauren Salzen bilde. In diesem Falle muss die Menge der Säure in einem Verhältniss zur Menge der andern verdauenden Materie stehen. Aus Schwann's Versuchen folgte, dass ein Gehalt von 3,3 Gran bis 6,6 Gran Salzsäure in einem halben Lothe Verdauungsflüssigkeit sich am besten zur Verdauung, wenigstens von Eiweiss eignet, dass ein höherer Säuregehalt die verdauende Kraft schwächt oder ganz aufhebt, indem er das verdauende Princip zerstört, dass ein zu geringer Säuregehalt aber nur wegen Mangels der wesentlich wirksamen Säure die Verdauung nicht bewirkt. Sollte nun die vorher aufgestellte Ansicht richtig seyn, so müsste die Menge der Säure nicht zu der der ganzen Flüssigkeit, sondern zu der Menge des darin enthaltenen organischen Verdauungsprincips in einem bestimmten Verhältnisse stehen. Aus den in dieser Beziehung von Schwann angestellten Versuchen folgt, dass die nothwendige Menge von Säure sich nicht nach der Quantität des organischen Verdauungsprincips richtet, so dass die fragliche Ansicht nicht richtig seyn kann. Die dritte Hypothese, dass die Säure vielleicht zur Auflösung von Producten diene, die sich bei der Verdauung bilden und etwa bloss in Säuren löslich sind, wurde ebenfalls widerlegt. Das bei der künstlichen Verdauung gebildete Product ist zwar in Säure und selbst in sehr verdünnter Säure löslich, aber eine Quantität Verdauungsflüssigkeit, welche zur Auflösung einer bestimmten Menge Eiweiss hinreicht, verdaut nicht, wenn sie mit Wasser verdünnt ist. Sollte endlich die Säure in die Zusammensetzung der sich bei der Verdauung bildenden Producte

eingehen, so müsste die Menge der freien Säure sich bei der Verdauung ändern. Indess bleibt der Gehalt an freier Säure bei der künstlichen Verdauung unverändert. Aus allem diesem schliesst Schwann, dass die Säure durch ihre Gegenwart, ohne selbst verändert zu werden, zur Zersetzung der organischen Substanzen bei der Verdauung mitwirkt, ebenso wie dies bei der Umwandlung der Stärke in Zucker durch Kochen mit verdünnten Säuren der Fall ist.

Der Gährung und den Contactwirkungen gleicht die künstliche Verdauung darin, dass selbst eine sehr geringe Quantität des zersetzenden Körpers die Wirkung hervorbringt. Eine sehr bedeutende Verdünnung von normaler Verdauungsflüssigkeit durch saures Wasser wirkte noch auf das Eiweiss. Es wurden 4,8 Gran Verdauungsflüssigkeit mit 1 Drachme geronnenen zerriebenen Eiweisses (im feuchten Zustande gewogen) und ½ Loth sauren Wassers vermischt. Dieselbe Quantität Eiweiss wurde in ½ Loth unverdünnter Verdauungsflüssigkeit gebracht. Nach 24 Stunden war das Eiweiss in beiden bis auf einige wenige Reste aufgelöst. Es hatten 4,8 Gr. Verdauungsflüssigkeit oder 0,11 trockne verdauende Substanz 60 Gr. feuchtes Eiweiss (ungefähr 10 Gr. feste Substanz) aufgelöst, oder 1 Theil hatte die Zerlegung von ungefähr 100 bewirkt, was sich den Contactwirkungen und der Gährung vergleichen lässt. Aus Schwann's Versuchen ergiebt sich ferner, dass die Verdauungsflüssigkeit durch die Verdauung einen Theil ihrer Kraft verliert, und dass sich bei der künstlichen Verdauung nicht neues Verdauungsprincip aus dem Eiweiss bildet, wie es doch mit dem Ferment bei der Gährung der Fall ist. Von der Gährung unterscheidet sich übrigens der Verdauungsprocess, dass keine Kohlensäure dabei entwickelt wird und dass selbst nicht ein Minimum von Sauerstoff zu ihrer Einleitung nöthig ist, wie näher von Schwann bewiesen wird. Viele Mittel, welche die Weingährung stören, stören auch die Verdauung. Schwann zeigt, dass Alkohol sowohl als Siedhitze die Wirksamkeit des Verdauungsprincips aufheben. Dasselbe gilt in geringerm Grade von den Neutralsalzen, besonders von den schwefelichtsauren Salzen. Dagegen fand Schwann auch, dass arsenichtsaures Kali wohl die Weingährung, nicht aber die künstliche Verdauung stört. Beide Processe haben endlich bei aller Verschiedenheit das gemein, dass sie Processe einer freiwilligen Zersetzung sind, die durch einen schon im Minimum wirkenden Stoff hervorgerufen werden, und dass dieser Stoff bei dem dadurch bewirkten Processe selbst verändert wird.

Eine reine Darstellung des Verdauungsprincips ist deswegen fast unmöglich gemacht, weil es seine Wirksamkeit durch Reagentien so leicht verliert. Mehrere Versuche von Schwann klären sein Verhalten zu andern Stoffen auf. Das Verdauungsprincip wird durch die Neutralisation der Säure nicht niedergeschlagen, sondern ist auch in blossem Wasser löslich; es wird durch essigsaures Blei aus der neutralen Auflösung gefällt, und lässt sich aus diesem Niederschlage durch Schwefelwasserstoff wieder wirksam darstellen. Kaliumeisencyanür sowohl als Kaliumeisencyanid

bewirken in der neutralen Verdauungsflüssigkeit keinen Niederschlag, wohl aber in der sauren; das Verdauungsprincip wird aber nicht dabei gefällt, denn die Flüssigkeit behält ihre verdauende Kraft. Sublimat bewirkt sowohl in der sauern als in der neutralen Verdauungsflüssigkeit einen Niederschlag. Gerbestoff fällt, Weingeist und Siedhitze bewirken eine Trübung und heben die verdauende Kraft auf. Die Lösungsmittel des Verdauungsprincips sind Wasser, verdünnte Salzsäure und Essigsäure. Diese Reactionen und zugleich das eigenthümliche Verhalten zum Käsestoff, den das Verdauungsprincip als einen in Wasser unlöslichen Körper niederschlägt, stellen jenen Stoff als eigenthümlich dar, so dass, wenn auch noch keine reine Darstellung des Stoffes bis jetzt möglich ist, doch der Name Verdauungsprincip, *Pepsin*, auch in dieser Beziehung gerechtfertigt wird. Das Verhalten des Verdauungsprincips zum Käsestoff verdient noch eine nähere Erwähnung. Berzelius zeigte bereits, dass das Laab des Kälbermagens, auch wenn alle Spuren der Säure daraus durch Waschen entfernt sind, doch noch die Milch zum Gerinnen bringt. Man weiss ferner, dass die Gerinnung des Käsestoffs von Laab eigenthümlich ist, indem der auf diese Weise geronnene Käsestoff in Wasser unlöslich ist, während sich das Coagulum von Säure und Weingeist in Wasser wieder auflöst, das Coagulum von Säure auch schon in mehr Säure wieder auflöst. Man kennt nun diess eigenthümliche, die Milch gerinnen machende Princip des Laabs in dem Verdauungsprincipe. Setzt man nach Schwann Verdauungsflüssigkeit in äusserst geringer Quantität zur Milch und erwärmt sie ein wenig, so sondert sich bald der geronnene Käsestoff ab; derselbe Beobachter hat gezeigt, dass das Verdauungsprincip auch im neutralen Zustande den Käsestoff fällt. Zur Gerinnung der Milch in der Wärme sind mehr als 0,42 Proc. erforderlich, 0,83 Proc. bringen sie schon zur Gerinnung. Durch die Siedhitze verliert die Verdauungsflüssigkeit die Fähigkeit, die Milch zum Gerinnen zu bringen, daher die Salze der Verdauungsflüssigkeit keinen Antheil an der Wirkung haben können. Durch das Verhalten des Verdauungsprincips zur Milch wird die Milch zum Reagens für das Verdauungsprincip, wenn nämlich eine neutrale Flüssigkeit die Gerinnung der Milch bewirkt, schnell aufgekocht aber diese Fähigkeit verliert, so kann man schliessen, dass die Flüssigkeit Verdauungsprincip enthält. Schwann a. a. O. p. 130. Durch diese Reaction hat Schwann nachgewiesen, dass das hier betrachtete Verdauungsprincip auch wirklich im Magen vorkommt. Er theilte den Mageninhalt eines unmittelbar nach der Geburt gestorbenen Kaninchens in zwei Theile, kochte den einen und setzte zu beiden Milch. Bei gelindem Erwärmen gerann dieselbe in dem ungekochten, nicht aber in dem gekochten Magensaft.

Einige Nahrungsstoffe werden nicht von dem Verdauungsprincipe, sondern entweder vorzugsweise von den Säuren oder unter Mitwirkung einer andern organischen Materie aufgelöst. Die vom Verdauungsprincipe leicht löslichen sind Faserstoff, Muskelfleisch, geronnenes Eiweiss. Der geronnene Käsestoff aber und Thierleim, Kleber scheinen nach Schwann's Versuchen nicht durch

das Verdauungsprincip aufgelöst zu werden. Denn wenn dieselben einzeln mit verdünnten Säuren und mit verdünnter Verdauungsflüssigkeit digerirt wurden, so wurde kein Unterschied bemerklich. Dagegen stimmten die Reactionen der Filtrate dieser mit blossen verdünnten Säuren behandelten mit denen von Tiedemann und Gmelin bei der natürlichen Verdauung gefundenen (mit Ausnahme des Stärkemehls) überein. Leim verlor seine Gerinnbarkeit, Jodtinctur brachte in der sauren Auflösung von Kleber eine Fällung, aber keine Farbenveränderung hervor. Zur Erklärung der Verdauung des Stärkemehls reicht die Säure nicht hin. Nach Tiedemann's und Gmelin's Beobachtung wird dasselbe durch die natürliche Verdauung in Stärkegummi und Zucker verwandelt. Indessen bildet sich durch Digestion des Stärkemehls mit verdünnten Säuren kein Zucker, auch nicht, wenn Verdauungsflüssigkeit zugesetzt wird. Dagegen wird nach Leuchs das Stärkemehl durch den Speichel in Zucker verwandelt, was Schwann bestätigt fand. Wurde sauer gemachter Speichel mit gekochtem Stärkmehl 24 Stunden digerirt und dann filtrirt, so brachte Jod darin keine Farbenveränderung mehr hervor. Aus dem neutralisirten und abgedampften Filtrate liess sich durch Weingeist eine ansehnliche Quantität Zucker ausziehen, der sich sowohl durch seinen Geschmack als dadurch, dass er mit Hefe in Gährung überging, zu erkennen gab. Was der Weingeist nicht auflöste, war der Speichelstoff des Speichels theils verändertes, dem Gummi ähnliches Stärkemehl, welches nicht auf Jod reagirte.

Da die Wirksamkeit des Verdauungsprincips von der freien Säure abhängt, so ist es einsichtlich, wie eine salzhaltige neutrale Verdauungsflüssigkeit durch Zersetzung der Salze mittelst der galvanischen Elektricität wieder für die künstliche Verdauung wirksam werden könne, wie diess in der That von Purkinje beobachtet ist. Am positiven Pole erzeugt sich nämlich aus den zersetzten Salzen freie Säure.

Man hat angenommen, dass die Elektricität sogar fähig sei, die Wirkung des Nervus vagus bei der Verdauung zu ersetzen. Nach der Durchschneidung des Nervus vagus auf beiden Seiten hört die Verdauung grösstentheils auf. Vergl. oben pag. 347. Blainville sah bei Tauben, dass die Wicken, die sie genossen, nach jener Operation in ihrem Kropfe unverändert geblieben, und dass ihre Chymification ganz aufgehoben war. Diesen Erfolg haben auch Legallois, Dupuy, Wilson Philip, Clarke, Abel, Hastings gehabt. Dagegen sahen Broughton, Magendie, Leuret und Lassaigne die Verdauung nach der Durchschneidung des N. vagus fortdauern. Mayer (Tiedemann's *Zeitschrift*. 2. 1.) beobachtete auch noch einige Fortdauer der Verdauung und saure Reaction des Chymus wenigstens bei den Kaninchen. Brachet (*recherches sur les fonct. du syst. gangl. Paris* 1830.) sah die Speisen, wo sie die Magenwände berühren, in allen Versuchen durch Chymification verändert. Da sich bei Säugethieren wegen des meist bald erfolgenden Todes nicht mit voller Sicherheit über diesen Gegenstand entscheiden lässt, so habe ich mit Herrn Dr. Dieckhof mehrere Versuche an Vögeln, namentlich Gänsen, an-

gestellt. Nachdem diese Thiere 48 Stunden gefastet, wurden sie mit Hafer gefüttert. Jedesmal wurden 2 Thiere zugleich zum Experiment genommen. Nur dem einen wurde der N. vagus auf beiden Seiten durchschnitten, das andere blieb zur Vergleichung im unversehrten Zustande. Nach dem Tode des ersten, der innerhalb 5 Tagen erfolgte, wurde auch das zweite getödtet. In letzterem war der Kropf meist leer, im ersteren immer ganz voll von Hafer, im Muskelmagen fanden sich einige Körner, zum Theil zermalmt. Die Magenflüssigkeit reagirte sauer, nicht so sauer als im gesunden Thiere. Hieraus kann man schliessen, dass die Verdauung nach jener Operation grösstentheils, aber doch nicht ganz aufhört. Tiedemann sah zwar nach der Durchschneidung der beiden N. vagi bei einem Hunde, dass das Erbrochene so wenig sauer als der Magenschleim reagirte, und auch in Mayer's Versuchen reagirte der Chymus bei Katzen und Hunden nicht sauer, aber diese Reaction sahe Mayer bei den Kaninchen nach der Operation, und ich habe sie in den mit Dieckhof angestellten Versuchen niemals fehlen gesehen, obgleich sie weniger stark als im gesunden Zustande ist. Nun hat Wilson behauptet, dass man die Verdauung vermittelst eines elektrischen Stromes durch den Nervus vagus wiederherstellen könne, so zwar, dass man den einen Pol der Säure auf den Nervus vagus, den andern auf die mit Zinnfolie belegte Regio epigastrica applicire. Breschet und Vavasseur haben diese Versuche wiederholt. Sie fanden: die einfache Durchschneidung der Nervi vagi ohne Substanzverlust hebe den Verdauungsprocess nicht ganz auf, wohl aber die Durchschneidung mit Substänzverlust. Froriep's *Not.* 6. 264. Indess immer ist ein Nerve gelähmt und bleibt es für eine sehr lange Zeit, mag man ihn mit oder ohne Substanzverlust durchschnitten haben. Nun behaupten sie ferner, dass man mittelst der Elektricität, indem ein elektrischer Strom durch die getrennten Stücke geleitet werde, die Verdauung ganz wiederherstellen konne. Sie rechnen hierbei auf die verstärkten Bewegungen des Magens. Später haben Breschet und Edwards (*Archiv. gén. de méd. Févr.* 1828) jene Ansicht reformirt; sie haben als Resultate neuer Versuche angegeben, dass die Durchschneidung der N. vagi die Chymification verlangsame, ohne sie ganz aufzuheben, dass die Verlangsamung von der Lähmung der Speiseröhre abhänge, dass diese auch die Ursache des in jenen Fällen stattfindenden Erbrechens sey, dass die Wiederherstellung der Chymification durch elektrischen Strom nicht von der Elektricität, sondern von der dadurch bewirkten Reizung der N. vagi abhänge, indem mechanische Reizung des untern Endes des Nerven dieselbe vollkommene Wiederherstellung der Verdauung wie die Elektricität bewirke, insofern die Bewegung des Magens dadurch wiederhergestellt werde. Aber durch Reizung des N. vagus kann man, wie ich schon öfter aus Erfahrung anführte, die Bewegung des Magens nicht im geringsten verändern. Vergl. p. 505. Würden die trefflichen Beobachter ihre Versuche länger fortgesetzt haben, so würden sie vielleicht gesehen haben, dass weder der mechanische noch der elektrische Reiz an den N. vagi irgend eine be-

merkenswerthe Veränderung der Verdauung bewirkt, dass sich die Thiere ziemlich gleich verhalten, mag man diese Reize anbringen oder nicht anbringen, wie wir es in unseren Versuchen gesehen haben. Ich habe mit Dr. Dieckhof eine ganze Reihe von Versuchen an Kaninchen angestellt. Jedesmal wurden 3 Kaninchen zu gleicher Zeit zum Versuch gezogen. Alle 3 wurden 48 Stunden hungern gelassen, sie wurden dann mit Kohl gefüttert. Das erste wurde hierauf unversehrt gelassen, dem zweiten wurden beide N. vagi einfach durchschnitten; bei dem dritten geschah nicht allein das Letztere, sondern es wurde auch 7 bis 8 Stunden lang ein galvanischer Strom durch die Nerven auf die von Wilson angegebene Art geleitet. Nach dem Tode des galvanisirten Kaninchens oder des zweiten mit durchschnittenem N. vagus wurden auch die anderen getödtet. Das unversehrte Kaninchen hatte jedesmal ganz chymificirt; das Futter war bis auf den unauflöslichen, ziemlich trockenen Rückstand extrahirt; bei den beiden andern war das Futter fast ganz in demselben Zustande: einmal war das Futter des galvanisirten Kaninchens etwas weniger verdaut, mehrere Mal waren beide ganz gleich, und mehrere Mal war das nicht galvanisirte vielleicht, aber kaum etwas weniger verändert als das galvanisirte. Dieckhoff *de actione, quam nervus vagus in digestionem ciborum exerceat. Berol.* 1835. Matteucci will eine künstliche Verdauung aus Fleisch mit Kochsalz, unter Einwirkung der Elektricität, bewirkt haben. Froriep's *Not.* 867. Sich stützend auf die Versuche von Wilson stellt sich Matteucci die saure Reaction des Magens als durch einen positiv-elektrischen Zustand dieses Eingeweides hervorgebracht, vor. Er nahm ein Stück gekochtes Fleisch, that Wasser, Kochsalz und kohlensäuerliches Natron hinzu, erhielt diese Mischung lange Zeit in einer gehörigen Wärme, indem er sie dabei immerfort zerrieb, bis sie in eine breiige Masse verwandelt war, der ähnlich, welche man durch das Kauen erhält. Diesen Brei brachte er in eine mit einer Auflösung von Kochsalz befeuchtete Blase, und setzte mit dieser die Pole einer aus 18—20 Plattenpaaren bestehenden Säule in Verbindung. Längs den Wänden der Blase, besonders um den positiven Draht, habe sich eine weissliche, dichte, saure, von Blasen von Oxygengas ausgedehnte Schicht gebildet. Diese Substanz sey flockig gewesen, und sey nach der Auflösung in Wasser erhitzt geronnen. Nachdem ich schon längst mich vergeblich bemüht hatte, Fleischstückchen in Säure oder Kochsalz mit Hülfe eines elektrischen Stroms aufzulösen, mussten mir diese Resultate sehr unwahrscheinlich vorkommen. Ich habe den Versuch von Matteucci mit Dr. Dieckhof wiederholt; wir brachten von demselben Brei von Fleischstückchen mit Kochsalz und kohlensäuerlichem Natron 2 Portionen in verschiedene Blasen; nur die eine wurde galvanisirt, die andere wurde sich selbst überlassen. Nach Beendigung des Versuchs zeigte sich kein irgend bemerklicher Unterschied in beiden Flüssigkeiten.

*c. Veränderung des Speisebreies im Dünndarm.*

Wir greifen hier den Faden der klassischen Untersuchungen

von Tiedemann und Gmelin wieder auf; denn sie enthalten auch hier das einzige Sichere, was wir über die Veränderungen des Chymus wissen. Der Chymus des Duodenums reagirt sauer. Sein Reiz auf die Darmwände, der sich auf den Ductus choledochus und die Gallenwege überhaupt fortpflanzt, hat Ergiessung von Galle und Succus pancreaticus zur Folge; wenigstens hat Tiedemann die Gallenblase, bei Thieren, während der Verdauung fast leer gefunden. In den Contentis des Dünndarms liess sich nach Fütterung mit Leim dieser nicht mehr erkennen, nach Fütterung mit Butter wurde das Fett wieder erkannt, nach Fütterung mit Käse undeutlich der Käsestoff, nach Stärkemehl Reste des letztern, aber nicht immer, statt Stärke wurde Stärkezucker gefunden. Von Milch zeigten sich in der ersten Hälfte des Dünndarms Klümpchen von Käse. Nach Fütterung eines Hundes mit Knochen fanden sich kleine Knochenstücke in der ersten Hälfte des Dünndarms, in der zweiten Hälfte viel phosphorsaurer und wenig kohlensaurer Kalk. Bei Pferden war nach Fütterung mit Hafer, in der ersten Hälfte des Dünndarms noch Stärkemehl vorhanden, was seine Eigenschaft im mittlern und untern Theile verlor.

Die Contenta des Dünndarms reagirten in der ersten Hälfte desselben immer sauer, aber schwächer als die des Magens. Die Säure nahm in der zweiten Hälfte ab und verschwand gewöhnlich in dem Endstücke des Dünndarms. Tiedemann's und Gmelin's Untersuchungen lassen es unentschieden, ob das Verschwinden der Säure des Chymus von der Neutralisation derselben durch das kohlensaure Alkali der Galle herrührt, wie Boerhave, Werner, Prout glauben, oder ob der untere Theil des Dünndarms alkalische Absonderung hat, ob sich durch anfangende Fäulniss Ammoniak entwickelt, welches die Säure sättigt, oder ob der Chymus im sauren Zustande resorbirt wird und die Säure in den Wegen durch die Lymphgefässe und Lymphdrüsen verliert, da der Chylus allerdings alkalisch ist. Die im Chymus des Dünndarms enthaltenen thierischen Materien sind vorzugsweise:

1. Eiweiss; seine Menge nimmt in der letzten Hälfte des Dünndarms wegen der Resorption des Chymus ab.

2. Käsestoff; er nimmt auf gleiche Art ab. Von beiden lässt sich nicht angeben, wie viel der Verdauung, wie viel den Verdauungssäften, z. B. dem pankreatischen Safte, angehöre. Tiedemann und Gmelin finden es möglich, dass der Käsestoff des pancreatischen Saftes, als sehr stickstoffreiche Materie, einen Theil seines Stickstoffs an weniger stickstoffhaltige Nahrungsstoffe abgebe und sich damit in Gleichgewicht setze, wodurch solcher Nahrungsstoff in Eiweiss verwandelt werden könnte.

3. Durch salzsaures Zinn fällbare stickstoffhaltige Materie (Speichelstoff und Osmazom). Sie nimmt nach unten ab.

4. Durch Chlor sich röthende Materie, wahrscheinlich vom pankreatischen Safte, da sie sich nicht im Magen zeigt, nicht von der Galle, da sie auch nach Unterbindung des Gallenganges noch vorkommt. Sie findet sich nicht in Excrementen wieder.

5. Im Weingeist, nicht im Wasser, lösliche Materien: Fett,

Talg, Farbestoff und Harz der Galle. In qualitativer Hinsicht unterscheiden sich jedoch die aufgeführten Stoffe nicht von denjenigen, welche Tiedemann und Gmelin in dem Darmkanale von nüchternen Thieren fanden. Sie sind daher ausser der von den Nahrungsmitteln herrührenden Menge von Eiweiss wahrscheinlich den Verdauungssäften, namentlich dem Succus pancreaticus, angehörend, der Eiweiss, Käsestoff, durch Chlor sich röthende Materie enthält.

Hier wäre nun der Ort, den Einfluss der Galle auf den Chymus zu untersuchen. Beaumont hat einige Versuche über das Verhalten von Galle zum Chymus ausser dem lebenden Körper angestellt. Wurde Ochsengalle mit Chymus aus dem Magen des St. Martin versetzt, so bildete sich ein trübes, gelblich-weisses Fluidum oder vielmehr feine, weisse Coagula, die sich, einige Zeit gestanden, in hellgelbe, zu Boden sinkende Coagula und ein trübes, milchfarbenes Fluidum sonderten. Vermischte Beaumont zur Vergleichung Galle und verdünnte Salzsäure, von beiden 1 Drachme mit 2 Unzen Wasser, so entstand eine ähnliche Trübung, aber es bildete sich ein tief grüner, gallertartiger Bodensatz in einer bläulichgrünen Flüssigkeit ohne milchiges Ansehen, wie in der Mixtur von Chymus. Nach einer Beobachtung von Purkinje unterbricht wenig Galle schon die künstliche Verdauung ausser dem thierischen Körper durch Verdauungsprincip. Ueber den Antheil der Galle an der Chymification haben auch Tiedemann's und Gmelin's Untersuchungen keine vollen Aufschlüsse gegeben. Durch die Säure des Chymus wird aus der Galle der Schleim derselben geronnen mit einem grossen Theil des Farbestoffs der Galle gefällt. Ausserdem wird Gallenfett niedergeschlagen, welches beim Ausziehen des im Wasser unauflöslichen Theils der Contenta des Darms mit Weingeist erhalten wurde. Die von Tiedemann und Gmelin im Darmkanal gefundene Talgsäure erklären sie als aus der Galle abgeschieden. Der nicht im Wasser lösliche Theil der Contenta enthielt Gallenharz, welches ein excrementieller Stoff zu seyn schien, ohne Einfluss auf die Umwandlung der Nahrungsstoffe, ein Hauptbestandtheil der Excremente. Tiedemann und Gmelin fanden die von Werner (*exp. circa modum, quo chymus in chylum mutatur, diss. inaug. praes.* Autenrieth. *Tüb.* 1800.) eingeführte Ansicht, dass der Chylus von der Galle in Form von Flocken niedergeschlagen werde, ungegründet. Bei Vermischung von Galle mit dem flüssigen Mageninhalte erfolgen nur diejenigen Niederschläge aus der Galle, wie sie beim Vermischen einer Säure mit der Galle entstehen. Die sogenannten Chylusflocken im Dünndarme sind nur Schleimflocken, welche sich auch nach Unterbindung des gemeinschaftlichen Gallenganges zeigten. Der resorptionsfähige Chymus ist flüssig. Nach Autenrieth und A. Cooper wäre der Chylus im Dünndarme eine ziemlich consistente, zwischen den Zotten haftende, an der Luft gerinnbare Materie. Vergl. Abernethy *physiol. lect. p.* 189. Nach Tiedemann und Gmelin ist diess aber Schleim, und dann muss die Gerinnung ein Missverständniss seyn. Die aus der Galle zur Umwandlung des Chymus anwendbaren Flüssigkeiten, sind wahrscheinlich das Pikromel, das

Osmazom, die dem Gliadin ähnliche Materie und die Cholsäure, weil sie nach Tiedemann's und Gmelin's Untersuchungen nicht in den Excrementen vorkommen, l. c. 1. 362., 2. 65. Es ist nicht wahrscheinlich, dass der blosse Zweck der Galle, ausser der Ausscheidung des excrementiellen Gallenharzes und Farbestoffs, ist, die Säure des Chymus abzustumpfen und ihn zu der Umwandlung vorzubereiten, die er in den Lymphgefässen erfährt, wo er als Chylus alkalisch wird. Entweder tragen ihre wesentlichen, nicht in den Excrementen vorkommenden Bestandtheile dazu bei, die fernere Auflösung des Chymus zu vollenden, wie Haller glaubt, oder diese Bestandtheile müssen zur Umwandlung des Chymus in den Inhalt der Lymphgefässe verwandt werden, so wie Prout vermuthet, dass die Beimischung der Galle zur Erzeugung des Eiweissstoffes aus den Nahrungsmitteln beitrage. Der Chylus der Lymphgefässe enthält ausser dem Eiweiss weder die von Tiedemann und Gmelin im Darmkanal noch gefundenen anderen thierischen Materien, noch jene aufgelösten Bestandtheile der Galle, welche nicht in die Excremente übergehen, sondern statt alles dessen Eiweiss.

Um den Antheil der Galle an der Umwandlung der Nahrungsmittel zu ermessen, hat Brodie (*Quarterly J. of. sc. and arts* 1823. *Jan.*, Magendie *J. d. physiol.* 3. 93.) den Ductus choledochus bei Katzen unterbunden, worauf Gelbsucht eintrat, die indessen zuweilen wieder verschwand; dann war an der Unterbindungsstelle eine Exsudation von gerinnbarem Faserstoff eingetreten, welche die getrennten Stücke wieder verband.

Brodie hat gefunden, dass durch Unterbindung des Gallenganges die Verdauung im Magen nicht gestort, dass aber kein Chylus mehr aus dem Chymus gebildet wurde, und dass weder die Saugadern des Darms, noch der Ductus thoracicus einen weissen Chylus enthielten. Tiedemann und Gmelin haben sich durch Prüfung dieser Erfahrung in zehn Versuchen ein neues Verdienst erworben. Am 2—3. Tage nach der Operation trat Gelbsucht ein; diese verschwand zuweilen wieder nach 10—15 Tagen. In diesen Fällen hatte der Gang sich wieder hergestellt, und die Ligatur hatte hier entweder durchgeschnitten und war abgefallen, ehe die Durchschnittsfläche verheilte, oder die coagulable Materie wurde um die Ligatur ergossen, und letztere hatte sich im Innern des äusserlich hergestellten Ganges abgestossen, und war durch den Kanal selbst ausgetreten. In 13—26 Tagen war der Gang wiederhergestellt gefunden worden. In anderen Fällen trat der Tod ein nach 3—7 Tagen (Versuch 1. 4. 8.). Ein Hund, bei dem die Gelbsucht blieb, aber der Gang später offen gefunden wurde, hatte 26 Tage gelebt, als er getödtet wurde. In einem Fall (Versuch 1.), wo ein Hund nach 7 Tagen starb, war grosse Magerkeit und eine solche Mattigkeit eingetreten, dass das Thier kaum stehen konnte. Das Bauchfell zeigte sich nach dem Tode entzündet, oder Spuren der stattgefundenen Entzündung. In diesen Fällen wurde Gallenfärbestoff im Blut und Urin gefunden, und die Lymphgefässe der Leber waren gelb. Tiedemann und Gmelin bestätigen Brodie's Erfah-

rung, dass die Verdauung im Magen nach Unterbindung des Ductus choledochus fortdauere. Auch die Contenta des Dünndarms waren nicht wesentlich von den gewohnlichen verschieden; Eiweissstoff war in grosser Menge vorhanden. Es fand sich die durch Chlor sich röthende Materie; dagegen war die Erkennung des etwa vorhandenen Käsestoffs, so wie der durch salzsaures Zinn fällbaren Materie verhindert. Die Contenta des Dickdarms rochen in allen Fällen viel übeler und fauliger als sonst (nach Leuret und Lassaigne rochen sie fade), die Excremente waren weiss. (Von gleichen Stücken Milz, wovon das eine mit Ochsengalle, das andere mit gleichviel Wasser von mir infundirt wurde, faulte das letztere etwas schneller.) Der Ductus thoracicus enthielt bei Hunden mit unterbundenem Gallengange, die nüchtern getödtet wurden, eine helle durchscheinende, gelb gefärbte, bald wenig, bald vollständig gerinnende Flüssigkeit. Bei Hunden, die nach dieser Operation gefüttert worden, kam in den Saugadern des Dünndarms eine helle durchsichtige, nicht weisse Flüssigkeit vor, wie bei Hunden, die unter gleichen Umständen nicht gefüttert wurden, während die Flüssigkeit des Dünndarms bei Hunden mit nicht unterbundenem Gallengange weisslich ist. Der Inhalt des Ductus thoracicus gerinnt sowohl nach jener Operation, als ohne dieselbe, und es bildet sich im ersten Falle ein noch grösserer und mehr gerötheter Kuchen, als beim Hunde, dem der Gallengang nicht unterbunden worden ist. Das Serum des ersten war trüb, das des letzten weisslich. Der Chylus in dem Ductus thoracicus war gewöhnlich nach dieser Operation röther als sonst. Die Beschaffenheit des Chylus im Ductus thoracicus beweist indess hier nicht viel, da auch die von anderen Theilen kommende Lymphe gerinnt, und bei hungernden Thieren sehr lange immer noch Lymphe im Ductus thoracicus enthalten ist, wie Collard de Martigny gezeigt hat, wie denn auch die Lymphgefässe des Darms bei hungernden Thieren Lymphe führen. Es bleibt immer sehr wichtig, dass der Chylus im gefütterten Hunde mit unterbundenem Gallengang durchsichtig ist, während er beim Hunde im naturgemässen Zustande weiss ist. Tiedemann und Gmelin legen zwar auf diesen Umstand nicht viel Gewicht, indem sie die Bildung von Chylus auch ohne Galle für erwiesen halten. Denn, sagen sie, es sey bekannt, dass die weisse, milchige Farbe von Fetttheilchen im Chylus abhänge. Indessen verdient doch dieser Unterschied noch fernere Berücksichtigung, und der Antheil der Galle an der feinern Ausbildung des Chylus scheint durch jene Versuche nicht geradezu widerlegt zu werden. Tiedemann und Gmelin führen weiter an, dass die Hunde lange nach jener Operation noch gelebt hatten (3—7 Tage), in einem Fall, wo trotz der Wiederherstellung des Ganges die Gelbsucht blieb, 26 Tage bis zur Tödtung. Indessen leben Hunde ja selbst ohne alle Nahrungsmittel gegen 36 Tage.

Leuret und Lassaigne, welche ebenfalls behaupten, dass nach Unterbindung des Ductus choledochus noch die Verdauung und Bildung des Chylus fortdaure, führen an, dass die Galle die Eigenschaft habe, das Fett aufzulösen, dasselbe zu zersetzen und

damit eine Art von Seife zu bilden, und hierdurch die Verdauung des Fettes zu bewirken. Nach Tiedemann's und Gmelin's Versuchen (1. 78. 2. 263.) ist die Galle dagegen nicht im Stande, die kleinste Menge Fett aufzulösen, und sie kann deshalb bloss auf mechanische Weise durch Suspension des Fettes in Partikeln, zu dessen Vertheilung und Resorption beitragen. Die Galle scheint als Reiz für die peristaltischen Bewegungen des Darms nöthig zu seyn; denn bei verhindertem Ausflusse derselben findet Verstopfung statt.

Das Gemisch von Chymus, Schleim, Galle und pankreatischem Safte nimmt an Consistenz im untern Theil des Dünndarms zu und wird dunkler gefärbt. Die flüssigen Theile desselben werden von den Lymphgefässnetzen der Darmwände aufgenommen. Alles Festere, der Darmschleim, die Hülsen, die Holzfasern, der Hornstoff und diejenigen Stoffe der Galle, welche excrementiell sind, als Schleim, Färbestoff, Fett und Harz, bilden im Endtheil des Dünndarms den Anfang der Excremente, aus welchen jedoch im Dickdarm auch noch flüssige Bestandtheile aufgesogen werden. Tiedemann und Gmelin halten den sauren abgesonderten Saft des Blinddarms für ein ferneres Lösungsmittel von Thierstoff. Bei den pflanzenfressenden Thieren mit vorzugsweise grossem Blinddarme scheint besonders hierauf gerechnet zu seyn, und es ist sehr wahrscheinlich, dass beim Pferd, wo die Nahrungsstoffe in einem weit weniger aufgelösten Zustande den Pylorus passiren, auch in dem ungeheuren Dickdarm der Verdauungsprocess fortdauern muss. Schultz folgt Tiedemann und Gmelin in der Annahme einer erneuerten Verdauung im Blinddarm wegen der sich dort vorfindenden Säure, nimmt aber auch einen gewissen Antagonismus der Magenverdauung und Blinddarmverdauung an; bei den Wiederkäuern falle die erstere in die Tageszeit, die letztere in die Nachtzeit, und die erstere beginne dann, wenn die letztere aufhöre. In diesem Fall müsste eine Mahlzeit innerhalb 24 Stunden regelmässig den ganzen Darm durchlaufen haben; dies ist aber nicht regelmässig der Fall. In Tiedemann's Versuchen an Hunden, denen der Ductus choledochus unterbunden worden, zeigten sich die Excremente erst 2 Tage nach der Operation weiss; die Wiederkäuer behalten zumal den Wanst ganze Tage voll Futter. Schultz nimmt ferner an, dass bei der Dickdarmverdauung der Dickdarm geschlossen sey, und dass während der Chymification und Säurebildung im Dickdarm keine Galle in denselben fliesse, sondern im untern Theile des Dünndarms sich anhäufe, und nach beendigter Chymification erst in das Coecum eintrete, um den Chymus zu neutralisiren.

Während der Verdauung entwickelt sich, ausser der verschluckten, im Magen sich zum Theil in Kohlensäure verwandelnden Luft, im Verlauf des ganzen Darmkanals Gas. Seine Beschaffenheit hängt eines Theils von den Speisen, andern Theils aber von dem Zustande der Verdauungsorgane ab. In Affectionen des Nervensystems ist diese Entwickelung oft sehr reichlich, es ist zuweilen geruchlos, riecht meistens nach Schwefelwasserstoffgas und ist oft entzündlich. Es kann Wasserstoffgas, Kohlenwasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas

seyn. Nach den Beobachtungen, welche Magendie und Chevreul von diesen Gasen im Darmkanal von Hingerichteten machten, bestanden sie in 3 Fällen im Dünndarme aus:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kohlensäuregas . . . . | 24,39 | 40,00 | 25,00 |
| Wasserstoffgas . . . . | 55,53 | 51,15 | 8,40 |
| Stickgas . . . . . . . . | 20,08 | 8,85 | 66,60 |
| | im Dickdarm, | | Rectum. |
| Kohlensäuregas . . . . | 43,50 | 70,00 | 42,86 |
| Kohlenwasserstoffg. u. Spuren von Schwefelwasserstoffgas | 5,47 | | |
| Wasserstoffgas und Kohlenwasserstoffgas . . . . . . . . | | 11,60 | |
| reines Kohlenwasserstoffgas . . . . . . . . . | | | 11,18 |
| Stickstoffgas . . . . . | 51,03 | 18,40 | 45,96 |

Ueber die Zusammensetzung der Excremente siehe Berzelius *Thierchem.* 254. Nach seiner Analyse der zusammenhängenden Excremente vom Menschen bestanden dieselben

| | | | |
|---|---|---|---|
| aus Wasser . . . . . . . . . . . . . . | | | 75,3 |
| im Wasser löslich | Galle . . . . . | 0,9 | 5,7 |
| | Eiweiss . . . . . | 0,9 | |
| | eigener Extractivstoff | 2,7 | |
| | Salze . . . . . | 1,2 | |
| extrahirter unlöslicher Rückstand von den Speisen | | | 7,0 |
| im Darmkanal hinzugekommene unlösliche Stoffe, Schleim, Gallenharz, Fett, eigene thierische Materie . . . . . . . . . . . . . | | | 14,0 |
| | | | 102,0 |

In der Cloake der Vögel und Amphibien kommen Harn und Excremente zusammen.

## *VI. Capitel.* Von der Chylification.

Die verdauten Theile des Chymus werden während des Durchgangs durch den ganzen Darmkanal von den lymphatischen Gefässen aufgesogen. Wie die Resorption in allen lymphatischen Gefässen, sowohl denen des Darmkanals als denen anderer Theile, geschieht, ist in dem I. Buch, 3. Abschnitt vom Lymphsystem auseinandergesetzt worden. An den Zotten, in welchen die Lymphgefässnetze der Tunica villosa zum Theil entspringen, erkennt man keine mit dem Mikroskop deutlich sichtbare Oeffnungen auf ihrer Oberfläche, daher können auch alle leicht sichtbaren Theilchen des Chymus nicht in die Anfänge der Lymphgefässe aufgenommen werden, sondern nur das Aufgelöste kann leicht durch die unsichtbaren Poren der zartesten Lymphgefässe in dieselben eindringen. Wo die Kügelchen des Chylus sich bilden, ob aus den aufgelösten Theilen des Chylus innerhalb der Anfänge der Lymphgefässe des Darms, wo man den Chylus schon trüb und weiss und Kügelchen enthaltend antrifft, oder ob sie sich durch eine Abstossung von Theilchen der Lymphgefässe bilden, wie Doellinger annimmt, ist nicht gewiss; doch ist letztere Annahme un-

wahrscheinlich, da die weisse Farbe des Chylus nach der Natur der Nahrungsmittel variirt, und im geraden Verhältnisse mit der Menge des genossenen Fettes zunehmen soll. Eine schon p. 260. angeführte Beobachtung von dem zuweilen ganz weissen Serum des Blutes bei jungen Kätzchen, die noch an der Mutter saugen. könnte es wahrscheinlich machen, dass hier doch Kügelchen der Milch in die Lymphgefässe eindringen. Indessen ist jene Erscheinung bei jungen Kätzchen nicht constant, und könnte auch eins mit derselben, zuweilen bei Erwachsenen vorkommenden Erscheinung seyn, wenn der Chylus im Blute noch nicht verarbeitet ist, oder der Chylus viele Fetttheilchen enthalten hatte. Vergl. p. 260. und p. 154. Unsichtbare Poren müssen offenbar in den Wänden der Lymphgefässanfänge vorhanden seyn, weil sie Aufgelöstes aufnehmen; aber jedenfalls können diese Poren, selbst wenn sie Kügelchen hindurchlassen, nicht wohl grösser als die Chylusküelchen selbst seyn, die nach Prevost und Dumas $\frac{1}{7799}$ Par. Zoll Durchmesser haben, und nach mir in der Mehrzahl (Kalb, Ziege, Hund) $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ Mal so gross sind als die Blutkörperchen eines Säugethiers. Denn wären jene Poren grösser, so würden auch grössere Theilchen des Chymus in die Lymphgefässe übergehen. Diese finden sich aber darin nicht vor; nur einmal, nämlich beim Kaninchen, sah ich die wenigsten der Chyluskügelchen grösser als die Blutkörperchen, und nur einmal fand ich sie gleich den Blutkörperchen, wie bei der Katze, die meisten kleiner. Indessen können jene grösseren Körperchen des Kaninchens wohl kaum durch die Wände der Darmzotten eingedrungen seyn, weil man so grosse Oeffnungen an ihnen müsste erkennen können. Die zwischen den Zotten deutlich sichtbaren, zahlreichen Oeffnungen, welche gegen 12mal grösser sind als die Blutkörperchen, sind blosse Crypten (Lieberkuehn'sche Drüsen) und scheinen mit der Resorption nicht in Beziehung zu stehen.

*Chylus.*

Der Chylus ist die vom Darmkanal während der Verdauung in die Lymphgefässe aufgenommene Materie, welche sich von der ausser der Verdauungszeit in diesen Gefässen enthaltenen Lymphe, und der Lymphe anderer Theile durch ihre weisse Farbe unterscheidet. Obgleich der Chylus bei den Vögeln in der Regel nicht weiss, sondern klar ist, und bei den pflanzenfressenden Thieren meist ebenfalls nicht so trüb ist, so ist er doch bei den Fleischfressern (selbst bei den Pflanzenfressern, so lange sie jung noch von Milch leben) immer mehr oder weniger trüb und weisslich. Die Farbe rührt von Kügelchen her, deren Grösse ich oben angegeben habe. Röthlich ist der Chylus nur ausnahmsweise und in seltenen Fällen, wie z. B. im Ductus thoracicus der Pferde; ich habe ihn bei den von mir untersuchten Thieren (Kalb, Ziege, Hund, Katze, Kaninchen), auch im Ductus thoracicus nie anders als weisslich gesehen. Der Chylus reagirt alkalisch, seinen Geruch haben Einige mit dem des männlichen Samens verglichen.

Der Chylus gerinnt freiwillig, einige Zeit nachdem er die Gefässe verlassen hat. Reuss und Emmert, so wie Tiedemann und

Gmelin, haben gefunden, dass diese Gerinnbarkeit zunimmt, je weiter der Chylus im lymphatischen System fortschreitet; so dass Chylus aus den Lymphgefässen des Darmkanals nicht gerinnt, selbst dann selten gerinnt, wenn er durch die Mesenterialdrüsen durchgegangen ist. Bei dem Gerinnen (10 Minuten, nachdem er aus dem Gefäss genommen ist, wie bei der Lymphe) sondert sich der Chylus des Ductus thoracicus in Coagula und Serum. Das Geronnene ist der Faserstoff des Chylus, vermengt mit einem Antheil der Kügelchen des Chylus. Das flüssige Serum ist eine Auflosung von Eiweiss, worin ein Theil der Kügelchen des Chylus suspendirt bleibt. Zugleich sondert sich auf der Oberfläche des Chylus eine rahmartige Masse ab, welche aus Fettkügelchen besteht. Nach der Coagulation wird das Coagulum vom Chylus des Ductus thoracicus in freier Luft häufig auffallend röther, als der Chylus vorher war. Emmert fand bei Vergleichung des Chylus der Lymphgefässe aus der Cysterna chyli, aus dem mittlern Theil und obern Theil des Ductus thoracicus des Pferdes, dass die Einwirkung der Luft den milchweissen Chylus der Lymphgefässe nur wenig veränderte, während der Cysternenchylus etwas röthlich wurde; letzterer coagulirte auch zum kleinern Theil. Der Chylus aus dem obern Theil des Ductus thoracicus erhielt an der Luft eine der Farbe des arteriösen Blutes ziemlich nahe kommende Farbe, auch trennte er sich in Serum und eine Art von Blutkuchen, welcher fester und grösser als in dem andern Chylus war. Das Serum von dem Chylus der Cysterne und der grossen Milchgefässstämme war dicklicher, trübe und enthielt eine Menge weissgelber Kügelchen. Das Serum vom Chylus des Brustganges war klar und zeigte dem blossen Auge keine Kügelchen. In Emmert's Versuchen enthielt der Chylus aus dem mittlern Theil des Ductus thoracicus etwas mehr thierischen Stoff, als der aus dem obern Theil, wahrscheinlich, weil letzterer ausser dem Chylus eine relativ grössere Quantität der viel dünneren Lymphe aus den übrigen Lymphgefässen des Körpers aufgenommen hat. Emmert in Scherer's *Journ. der Chemie*. 5. *p*. 164. 691. Vergl. Reil's *Arch*. 8. 146. Magendie sagt, wenn der Chylus von Nahrungsstoffen herrührt, welche kein oder wenig Fett enthalten, so ist der Chylus weniger weiss, sondern mehr opalartig; er trennt sich in Coagulum und Serum, und auf seiner Oberfläche sondert sich wenig oder keine rahmartige Materie ab. Kömmt der Chylus aber von animalischen oder vegetabilischen, fetten Substanzen, so ist der Chylus weiss, und theilt sich in dreierlei Bestandtheile, in Coagulum vom Faserstoff, in Serum und in eine rahmartige Schicht auf der Oberfläche der Flüssigkeit, welche die fettigen Bestandtheile enthält. Nach Marcet (*medico-chirurg. transact*. 1815. Meck. *Arch*. 2. 268.) geht der Chylus von Pflanzenkost auch langsamer in Fäulniss über, als der von thierischer Kost, und enthält mehr Kohle; ersterer soll immer milchig seyn und mehr Rahm absetzen, letzterer mehr durchsichtig seyn und keinen Rahm absetzen.

Tiedemann und Gmelin haben durch die grosse Anzahl ihrer Versuche über den Chylus, durch die Genauigkeit und die gleichzeitige anatomisch-physiologische und chemische Um-

sicht ihrer Versuche das entschiedenste Uebergewicht. Siehe B. 2. p. 66—95. Diese Naturforscher sagen, alle ihre Versuche beweisen auf das Bestimmteste, dass die weisse Trübung des Chylus von einem fein zertheilten, darin schwebenden Fette herrührt. Beim Gerinnen des Chylus trete es dem geringern Theil nach in die Placenta, dem grössern Theil nach bleibe es im Serum vertheilt, aus dem es sich zuweilen nach oben gleich einem Rahm erhebe. Tiedemann und Gmelin haben aus Chylusplacenta öfter ein gelblichbraunes Fett durch kochenden Weingeist ausgezogen. Beim Schütteln des milchichen Serums mit weingeistfreiem Aether erfolgte allmählige Klärung des Serums, und beim Abdampfen des Aethers erhielten sie um so mehr Fett (Gemenge von Elain und Stearin), theils in öliger, theils in talgartiger Form, je mehr das Serum getrübt gewesen war. Tiedemann und Gmelin schliessen daraus, was auch durch die Resultate verschiedener Fütterung bestätigt wird, dass das in dem thierischen Körper enthaltene Fett aus den Speisen in denselben übergehe, und dass es (wenigstens im Chylus) nicht in einem auflöslichen Zustande, sondern nur fein zertheilt vorhanden sey. Schafe mit Gras oder Stroh gefüttert, lieferten einen wenig getrübten, fast klaren Chylus. Sehr gering war auch die Trübung bei den mit flüssigem Eiweiss, mit Faserstoff, Leim, Käse, Stärkemehl, Kleber gefütterten Hunden, und dem mit Stärkemehl gefütterten Pferde. Mässig trüb war der Chylus des mit Hafer gefütterten Schafes. Starke milchige Trübung zeigte sich dagegen bei Hunden nach dem Genuss von geronnenem Eiweiss, Milch, Knochen, Rindfleisch, bei Pferden nach Hafer. Am stärksten getrübt war der Chylus des mit Butter gefütterten Hundes. Nach Unterbindung des Gallenganges zeigte sich der Chylus weniger milchig als sonst. Vielleicht rührt diess nach Tiedemann und Gmelin daher, dass die Galle das Vermögen hat, das Fett der Speisen mit der wässrigen Flüssigkeit in einer sehr zarten Suspension mikroskopischer Partikelchen zu vertheilen.

Eine reine Auflösung von Thierstoff, in welcher keine anderen als Fettkügelchen schweben, scheint übrigens der Chylus nicht zu seyn. Als ich milchiges Serum vom Chylus der Katze in einem Uhrglas mit weingeistfreiem Aether versetzte, schien sich zwar anfangs allmählig das Serum etwas aufzuklären; aber es blieb doch, selbst nach langer Fortsetzung des Versuchs unter immer neuem Zugiessen von Aether, unten ein trübes Wesen zurück, und als ich dieses unter dem Mikroskop untersuchte, bemerkte ich darin ganz unveränderte Kügelchen. Ich fütterte einen Hund mit Brot, Milch und etwas Butter, und tödtete ihn 5 Stunden darauf. Der Chylus des Ductus thoracicus wie der Lymphgefässe war weiss; diesen Chylus untersuchte ich tropfenweise unter dem Mikroskop. Hier sah ich, dass er viele an Grösse sehr ungleiche Oelkügelchen enthielt, welche ganz durchscheinend waren. Der weit grössere Theil der Chyluskügelchen war aber ganz anderer Art, nämlich weisslich und nicht durchscheinend, sehr klein und ohngefähr $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ so gross als die Blutkörperchen dieses Hundes, wie ich früher auch am Kalbe diesen Unterschied

bemerkt hatte. Die kleinen Kügelchen sind in ungeheurer Menge vorhanden und sind offenbar die Ursache der weissen Farbe; ihre Gestalt ist nicht so regelmässig wie die der Blutkörperchen. Fettkügelchen sind diess wohl nicht; sie sind kleiner als die von mir und Dr. Nasse in der Lymphe des Menschen gefundenen Kügelchen. Ich habe auch die Gerinnung des Chylus unter dem Mikroskop an grossen Tropfen beobachtet, die ich mit etwas Wasser vermischte, um die Kügelchen mehr von einander zu entfernen und zu sehen, ob das Gerinnsel durch blosse Aggregation der Kügelchen entsteht, oder durch Gerinnung eines vorher aufgelösten Stoffes, welcher beim Gerinnen die Kügelchen in sich aufnimmt. Die überaus zarten Häutchen, welche entstanden, bestanden nicht bloss aus aggregirten Kügelchen, sondern es war noch ein durchsichtiger Stoff dazwischen, welcher die Kügelchen zusammen verband, auch wenn sie nicht dicht aneinander lagen. Es ist also gerade so, wie bei der Lymphe und dem Blute. Auf den auf einer Glasplatte ausgebreiteten Chylustropfen entstanden aber nicht bloss Häutchen, welche die schwebenden Kügelchen verbanden, sondern auch an einzelnen Stellen kleine Fettinselchen, welche fast ganz durchsichtig waren, und wovon ich nicht weiss, ob sie durch das Aneinanderfügen und Erkalten der Oelkügelchen entstehen. Die mikroskopischen Untersuchungen über den Chylus sind noch in der Kindheit. Vor allem wäre das Verhältniss der kleinen Chyluskügelchen zu den Blutkörperchen auszumitteln, ob die Blutkörperchen aus den Chyluskügelchen entstehen, ob die von mir im Blute der Frösche und Vögel, von Home im Blute des Menschen beschriebenen kleineren Kügelchen Chyluskügelchen sind. Dann wäre sehr wünschenswerth, zu wissen, ob die Chyluskügelchen bei den Thieren, welche elliptische und grosse Blutkörperchen haben, wie Amphibien und Vögel, im Ductus thoracicus vielleicht auch schon elliptisch sind, oder nicht, um zu erfahren, wo die Form der Blutkörperchen entsteht. Diess liesse sich nur bei grösseren Amphibien, wo der Ductus thoracicus leichter zu finden ist, oder bei Fischen ermitteln. Rudolphi führt zwar aus Leuret und Lassaigne an, dass die Chyluskügelchen der Vögel rund seyen, während doch ihre Blutkörperchen oval sind. Indess sprechen Leuret und Lassaigne hier nicht von Chyluskügelchen, sondern Chymuskügelchen aus dem Darm der Vögel.

Tiedemann und Gmelin haben weitere, sehr ausgebreitete Untersuchungen über die Veränderungen des Chylus nach den Nahrungsmitteln angestellt. Nach ihnen ist der Chylus röther bei den Pferden als bei den Hunden, bei diesen röther als bei den Schafen. Bei dem Hunde röthete sich die Placenta des Chylus lebhafter nach der Fütterung mit flüssigem Eiweiss, Butter, Milch, Knochen, und mit Fleisch, Brot und Milch. Der Chylus war weiss und die Placenta wenig roth nach Fütterung mit Faserstoff, Leim, Käsematte, Stärkemehl und Butter, und mit Kleber. Nach der Fütterung mit Eiweiss zeigte weder der ganze Chylus noch die Placenta eine rothe Färbung, wie ich auch beim Hunde nach Fütterung mit Brot, Milch und Butter bemerkte. Bei den im nüchternen Zu-

stande getödteten Hunden, so wie bei den Hunden, welche Stärkemehl, Milch, rohes oder gekochtes Rindfleisch, Rindfleisch und Semmel, flüssiges Eiweiss und Spelzbrot, und bei den Katzen, die Brot und Milch, oder gekochtes Rindfleisch erhalten hatten, war der Chylus ebenfalls nicht roth (Tiedemann und Gmelin). Pferde im nüchternen Zustande hatten eine mehr dunkelrothe Flüssigkeit des Ductus thoracicus, als diejenigen, welche Hafer genossen. Der Chylus der Schafe, die nur wenig Heu oder Stroh erhalten hatten, gab ein röthlichweisses Coagulum, der Chylus der mit Hafer gefütterten ein weisses. Aus den letzten Erfahrungen schliessen Tiedemann und Gmelin, dass der Chylus um so weniger rothen Färbestoff enthält, je besser die Thiere gefüttert worden sind, und dass das Blutroth sich nicht unmittelbar mittelst der Verdauung erzeugt; die namentlich von der Milz kommende röthliche Lymphe, welche Hewson, Tiedemann und Gmelin und Fohmann beobachtet, und die auch ich bei Ochsen theilweise gesehen habe, wird um so mehr in dem Chylus bemerkbar seyn, je weniger Nahrungsstoffe vom Darmkanal aus er enthält.

Der Chylus eines mit Hafer gefütterten Pferdes, aus den Saugadern erhalten, ehe sie durch eine Drüsenreihe gegangen waren, war weiss, röthete sich nicht an der Luft und gab auch eine weisse Placenta. Der Chylus aus den Saugadern des Mesenteriums, welche durch Drüsen gegangen waren, und der Chylus des Ductus thoracicus zeigten sich hellroth, die Lymphe aus den Saugadern des Dickdarms war blassgelb und lieferte ein weisses Coagulum; die der Saugadern des Beckens war roth, und gab noch ein dunkleres Coagulum als der Chylus des Ductus thoracicus. Tiedemann und Gmelin schliessen aus diesen mit Emmert's Erfahrungen übereinstimmenden Resultaten, dass der rothe Stoff dem Chylus erst durch die Mesenterialdrüsen und durch die Lymphe der anderen Lymphdrüsen, so wie durch die Lymphe der Milz aus dem Blute mitgetheilt wird, welches die Capillargefässe dieser Theile durchströmt. Was die Lymphe der Milz betrifft, so hat zuerst Hewson (*Op. posth. ed. Lugd. Batav.* 1785.) gefunden, dass dieselbe röthlich wie verdünnter rother Wein ist und rothe Kügelchen enthält. Tiedemann und Gmelin haben dieseFarbe bei gefütterten wie nüchternen Thieren gesehen. Fohmann (*Saugadersyst. der Fische. p.* 45.) hat es bei Vivisectionen der Rochen gesehen und behauptet, in der Verdauungszeit sey die Lymphe der Milz bei diesen Thieren röthlicher, nach längerer Abstinenz von Nahrungsstoffen werde sie indess auch röthlicher, eben so wie die Lymphe der Leber. Rudolphi sagt, die Lymphgefässe der Milz seyen in der Regel so weiss als die der Leber und anderer Organe, und führen auch an anderen Organen mitunter eine blutige Flüssigkeit. Hier muss ich jedoch bemerken, dass die Lymphe anderer Organe als des Darms nie weiss ist, und dass ich in einigen Fällen, wo ich im Schlachthause gleich nach dem Tode die Milzlymphe der Ochsen untersuchte, sie in einigen dickeren Lymphgefässen wie verdünnten rothen Wein sah. Seiler sah sie bei Pferden einige

Mal in einzelnen Lymphgefässen der Milz röthlich, bei den meisten Pferden farblos, bei Rindern, Eseln, Schafen, Schweinen, Hunden niemals gefärbt.

Ueber das Verhältniss des Faserstoffs zum Serum des Chylus haben Tiedemann und Gmelin folgende Resultate erhalten. Der Chylus der Pferde gerann am stärksten; er enthielt in 100 Theilen 1,06 — 5,65 frische Placenta, und 0,19 — 1,75 trocknen Faserstoff. Der Chylus der Hunde gerann schwächer; die Menge des Gerinnsels betrug in 100 Theilen 1,36 — 5,75, und des trocknen Gerinnsels 0,17 — 0.56. Der Chylus der Schafe war am wenigsten gerinnbar; 100 Theile enthielten 2,56 — 4,75 frischen, und 0,24 — 0,82 trocknen Kuchen. Das Contentum des Ductus thoracicus von nüchternen Thieren gerann vollständiger, und enthielt mehr frischen und trocknen Kuchen als der Chylus von gefütterten Thieren; er betrug getrocknet bei nüchternen Pferden 1,00 — 1,75, jener der gefütterten Pferde 0,19—0,78 Proc. des Chylus. Hieraus schliessen Tiedemann und Gmelin, dass der Faserstoff des Chylus nicht von den Nahrungsmitteln, sondern von der Lymphe herrührt und seinen Ursprung dem Blut verdankt, worin sie dessen Erzeugung annehmen; sie glauben nicht, dass aus den Nahrungsstoffen selbst in den Chylificationswegen Faserstoff gebildet werde. Wenn man diess zugiebt, so muss man auch annehmen, dass die blasse Lymphe der nicht chylusführenden Lymphgefässe, wenn sie wirklich beim Weiterfortschreiten an Faserstoff zunimmt, keine Umwandlung ihres Eiweisses in Faserstoff erfahrt, sondern nur durch Zumischung von aufgelöstem Faserstoff des Blutes auf dem Wege ihres Fortganges gerinnbarer wird. Indessen ist diese Meinung über die materielle Zumischung von Faserstoff zum Chylus in den Chylificationswegen jetzt eben so wenig zu beweisen, als die entgegengesetzte Ansicht, dass der Eiweissstoff des Chylus selbst zum Theil in Faserstoff umgewandelt wird. Um hierüber ins Reine zu kommen, wäre eine noch grössere Reihe von Beobachtungen nöthig über die Menge der festen Theile, besonders des Eiweisses, die sich im Serum des Chylus aufgelöst finden in verschiedenen Theilen des Lymphsystems. Wenn z. B. das Serum nach Abscheidung des Faserstoffs vom Chylus des Ductus thoracicus weniger Eiweiss enthielte, als das Serum von der Lymphe der Extremitäten und der Chylus der Saugadern des Darms, und wenn diess constant wäre, so wäre es ausgemacht, dass Eiweiss in dem lymphatischen System in Faserstoff umgewandelt würde, indem dann die Menge des Eiweisses abnimmt, während die des Faserstoffs zunimmt. Tiedemann's und Gmelin's Versuche haben hierin, wie unten ersehen wird, keine constanten, sondern vielmehr widersprechende Resultate gehabt.

Aus beiden Hypothesen lässt sich die Zunahme des Faserstoffgehaltes im Chylus bis zum Ductus thoracicus erklären. Ueber die letzte schon von Emmert beobachtete Thatsache haben Tiedemann und Gmelin noch folgende Erfahrungen gemacht. Bei einem mit Hafer gefütterten Pferde gerann der Chylus der Saugadern vor dem Durchgang durch Drüsen nicht. 100 Theile Chylus von Saugadern, der durch Mesenterialdrüsen hindurchgegan-

gen, gaben 0,37 trockne Placenta, der Chylus des Ductus thoracicus 0,19, die Lymphe des Beckens 0,13. Bei dem nüchternen Pferde enthielt die Lymphe des Ductus thoracicus 0,42, die des Plexus lumbalis 0,25 trockne Placenta. Das Contentum des Ductus thoracicus, in welchem Chylus der Darmsaugadern und Lymphe von den übrigen Theilen des Körpers zusammenkommen, stand in Hinsicht des Gehaltes an trocknem Faserstoff in der Mitte zwischen dem Chylus der Chylusführenden Saugadern, und der Lymphe der Saugadern des Beckens.

Die Menge der festen im Serum aufgelösten Stoffe wechselte in Tiedemann's und Gmelin's Versuchen von 2,4 — 8,7 Proc. Bei dem mit Hafer gefütterten Pferde erhielten Tiedemann und Gmelin 4,9 Proc. feste Theile des Serums vom Chylus der Saugadern des Gekröses, 3,04 von dem des Ductus thoracicus, 3,1 Proc. aus dem Serum der Lymphe des Beckens; das Serum der Lymphe aus den Saugadern des Dickdarms enthielt gegen 4 Proc. Bei dem nüchternen Pferde dagegen enthielt das Serum von der Lymphe des Ductus thoracicus 4,7, von der Lymphe des Plexus lumbalis nur 3,7 Proc. feste Theile. Im Serum des Chylus waren enthalten Eiweissstoff, eine im Wasser und nicht im Weingeist lösliche Materie, dem Speichelstoff verwandt, ferner im Wasser und Weingeist lösliche Materie, Osmazom, essigsaures Natron, kohlensaures Natron, phosphorsaures Natron, schwefelsaures Natron, Kochsalz (die grösste Menge), kohlensaurer und phosphosphorsaurer Kalk. Hieraus geht hervor, dass dieselben Salze, welche im Darmkanal sich befinden, auch im Chylus vorkommen. Bei nüchternen Thieren enthielt das trockne Serum mehr Eiweiss und speichelstoffartige Materie, dagegen weniger osmazomartige Materie, und weniger Fett als das Serum gefütterter Thiere.

Analyse des Chylusserum des Pferdes von Gmelin.

| | |
|---|---|
| Braunes Fett . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 15,47 |
| Gelbes Fett . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6,35 |
| Osmazom, essigsaures Natron und Kochsalz in Octaëdern krystallisirt, wahrscheinlich in Folge einer thierischen Materie . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 16,02 |
| Im Wasser lösliche, im Alcohol unlösliche, extractartige Materie mit kohlens. und sehr wenig phosphors. Natron . | 2,76 |
| Eiweiss . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 55,25 |
| Kohlensaurer und etwas phosphorsaurer Kalk, beim Verbrennen des Eiweisses erhalten . . . . . . . . | 2,76 |
| | 98,61 |

Von den Nahrungsstoffen der Thiere liessen sich in der Regel keine unveränderten Spuren mehr im Chylus erkennen, nur dass nach dem Genuss der Butter der Chylus überaus reich an Fett war, und nach dem Genuss von Stärkemehl im Chylus eines Hundes sich Zucker zeigte.

Die Veränderungen des Chylus im lymphatischen Systeme, mögen sie nun in der Beimischung von Materie, oder in der Umwandlung des Chylus selbst liegen, geschehen offenbar von den

Wänden der Lymphgefässe in und ausserhalb der Lymphdrüsen; dass in den letztern auch der Einfluss der Wände der Lymphgefässnetze die Hauptsache ist, beweisen die Vögel, Amphibien und Fische, welche keine Mesenterialdrüsen besitzen. Man muss sich daher auch die Mesenterialdrüsen selbst nur als aus den Lymphgefässnetzen der eintretenden und austretenden Lymphgefasse zusammengesetzt denken, worin der Contact des Inhaltes mit den Gefassen durch Flächenvermehrung vervielfältigt ist. Da diese Lymphgefässnetze, wie Injectionen von Quecksilber zeigen, nicht sehr klein sind, so müssen die Lymphgefässe in jenen Netzen ihre Wände behalten, und diese Wände müssen wie in den einfachen Lymphgefässen von den sehr feinen Capillargefässnetzen durchzogen seyn, so dass das Blut nur mittelbar durch die Capillargefassnetze in den Wänden der Lymphgefässe mit dem Chylus der Lymphdrüsen in Berührung kömmt, wobei allerdings aufgeloste Theile des Blutes, vielleicht der Faserstoff, durchdringen können, vielleicht auch Färbestoff des Blutes, der sonst an den Blutkörnchen haftet, in den Zustand der Auflösung tritt und in den Chylus übergeht. Blutkörperchen selbst können hierbei nicht in den Chylus übergehen. Ueber die sehr zweifelhafte Aufnahme von Chylus in feinen Venen der Lymphdrüsen, so wie über den problematischen Zusammenhang von Venen und Lymphgefassen siehe oben p. 268.

Was die Aehnlichkeit und den Unterschied von Chylus und Lymphe betrifft, so stimmen beide darin überein, dass sie Kügelchen enthalten, allein die der Lymphe sind überaus sparsam, die Kügelchen des Chylus machen diese weisslich, die Lymphe ist klar und meistens farblos; sie stimmen ferner überein, dass sie Faserstoff aufgelöst enthalten, doch scheint letzterer in geringer Quantität in der Lymphe enthalten; denn in Tiedemann's und Gmelin's Beobachtungen von einem mit Hafer gefütterten Pferde gaben 100 Theile Chylus aus den Saugadern des Mesenterium 0,37 trockne Placenta, die Lymphe des Beckens nur 0,13. Dieser Unterschied kann indess auch scheinbar seyn und von der grossen Menge der im Chylus enthaltenen und vom Coagulum des Faserstoffs zum Theil mit eingeschlossenen Kügelchen herrühren. Lymphe und Chylus unterscheiden sich aber auch sehr durch den Gehalt von Fett in dem letztern, welches in der Lymphe nicht bemerkt wird, ein Unterschied, welcher verursacht, dass der Chylus ausser dem Gerinnsel, auch eine rahmartige Masse an der Oberfläche häufig absetzt. Die Salze des Chylus und der Lymphe scheinen ohngefähr dieselben, auch die Lymphe enthält sehr viel Kochsalz, und reagirt alkalisch. Dass die häufig röthliche Farbe des Chylus vom Färbestoff des Blutes herrührt, wird durch Tiedemann's und Gmelin's Versuche bewiesen, welche gezeigt haben, dass diess Roth von Hydrothionsäure grün gefärbt wird. Dass dieses Blutroth aus den Nahrungsmitteln ausgebildet werde, ist gar nicht wahrscheinlich, weil auch besonders die Lymphe der Milz oft röthlich ist. Eine andere Frage ist, ob das Blutroth des Chylus und der Milzlymphe den Kügelchen derselben anhaftet, wie das Blutroth den Blutkörperchen, oder ob

es aufgelöst ist. In Tiedemann's und Gmelin's Versuchen war nicht allein die Placenta von röthlichem Chylus röthlich, sondern häufig auch das Serum noch röthlich; indess ist das Serum von Chylus selten klar und enthält immer noch Kügelchen, und Emmert will sogar nach Auswaschen des röthlichen Chyluskuchens in dem Wasser rothe Kügelchen bemerkt haben. Hewson sah in der rothen Milzlymphe rothe Körperchen. Schultz (*Syst. d. Circulation*) und Gurlt (vergl. *Physiol. d. Haussäugethiere*) fanden im Chylus ausser den Chyluskügelchen auch einzelne Blutkörperchen und schliessen daraus, dass die röthliche Farbe des Chylus von ihnen herrühre und dass sich solche Körperchen schon im Chylus zu bilden beginnen. Vom Blut unterscheidet sich der Chylus, wie er sich im Ductus thoracicus befindet:

1. Durch die Unauflöslichkeit der Chyluskügelchen im Wasser, während die Blutkörperchen bis auf ihren unlöslichen Kern im Wasser sich leicht auflösen.

2. Durch den Mangel der Substanz des Blutrothes. (Nicht constant.)

3. Durch die Form der Kügelchen und ihre Grösse.

4. Der Chylus reagirt zwar alkalisch, wie Emmert, Vauquelin und Brande fanden, aber nach Tiedemann und Gmelin schwächer als Blut, und zuweilen gar nicht.

5. Die Quantität der festen Stoffe ist im Chylus geringer als im Blute. 1000 Theile Chylus enthalten nach Vauquelin nur 50—90 Theile feste Substanz, während nach Prevost und Dumas 1000 Theile Blut 216 und nach Lecanu 185 feste trockne Theile enthalten. Nach Reuss und Emmert enthielten 1000 Blutserum 225, dagegen 1000 Chylusserum nur 50 feste Theile.

6. Im Serum des Chylus sind nach Tiedemann und Gmelin bei den Schafen, Hunden, Pferden 2,4—8,7 Proc. feste Theile enthalten, nach Prevost und Dumas im Serum des Blutes dieser Thiere aber 7,4 bis 9,9 feste Theile.

7. Die Quantität des Faserstoffs ist im Chylus ausserordentlich viel geringer. 100 Theile Chylus von Pferden, Hunden, Schafen enthielten nach Tiedemann und Gmelin 0,17—1,75 trocknen Faserstoff. In Reuss's und Emmert's Versuchen (Scherer's *Journal* 5. 164.) enthielten 1000 Theile Blut vom Pferde 75 (nassen?) Faserstoff, 1000 Theile Chylus nur 10.

8. Der Faserstoff des Chylus scheint auch in seiner Ausbildung einigermassen von dem Faserstoff des Blutes verschieden und dem Eiweiss näher zu stehen; denn nach Brande löst Essigsäure von dem Chyluskuchen (so wie von Eiweiss) nur einen kleinen Theil auf, da hingegen der Faserstoff sonst ziemlich auflöslich ist in Essigsäure.

9. Im Chylus ist viel freies Fett enthalten, welches den Rahm auf der Oberfläche bildet. Blut enthält kein freies, sondern gebundenes Fett, was auch ausserdem im Chyluskuchen enthalten ist.

10. Der Chylus enthält Eisen gleich dem Blute, und bringt diesen Stoff aus den Nahrungsmitteln ins Blut. Aber das Eisen scheint in dem Chylus lockerer von anderen Theilen gebunden zu seyn, und lässt sich daraus viel leichter durch Reagentien

erweisen, als im Blut. Die salpetersaure Auflösung des röthlichen Faserstoffs vom Chylus wird nach Emmert von Galläpfeltinctur schwarz, und giebt mit blausaurem Kali einen berlinerblauen Bodensatz. Der ausgewaschene Kuchen, von Salpetersäure aufgelöst, wurde von Kalilösung bräunlich und gab beim Aufgiessen von blausaurem Kali und Salzsäure ein berlinerblaues Präcipitat, auch das zum Auswaschen des Kuchens gebrauchte Wasser, welches im Bodensatz kleine rothe Körperchen zeigte (?), zeigte eine Reaction dieser Materie auf phosphorsaures Eisen. Auch das Serum des Chylus reagirte auf Eisen selbst dann noch, wenn es von Eiweiss befreit worden; Reil's *Arch.* 8. *p.* 167. Das Eisen scheint im Chylus lockerer gebunden als im Blute, weil es sich schon durch Salpetersäure ausziehen lässt, und mit Galläpfeltinctur einen schwarzen, mit blausaurem Kali einen blauen Niederschlag giebt. Dagegen vermuthet Emmert, dass das Eisen, welches sich in den Nahrungsstoffen des Dünndarms vorfindet, einen höheren Grad von Oxydation besitze, weil die Flüssigkeit aus dem Dünndarm der Pferde sauer ist, weil die filtrirte Flüssigkeit aus dem Darm des Pferdes, der mit verdauten Speisen angefüllt war, mit Galläpfeltinctur und blausaurem Kali gleich nach der Vermischung einen schwarzen und blauen Niederschlag gab, während der Chylus nur sehr langsam die Farbeveränderung zeigte.

Nach der Unterbindung des Ductus thoracicus folgt der Tod in der Regel unvermeidlich, nach Duverney in 15, nach A. Cooper in 9—10 Tagen, nach Dupuytren's Versuchen an Pferden in 5—6 Tagen; zuweilen unterliegen die Thiere nicht, wenn noch mehrere Verbindungen des untern Theils des Ductus thoracicus mit dem obern Theil desselben stattfinden, auch wohl wenn, wie Panizza bei Schweinen, und Wutzer mit mir einmal beim Menschen sah, Verbindungen mit der Vena azygos stattfinden, oder wenn 2 Ductus thoracici vorhanden sind (Vögel, Schildkröten).

Schriften über den Chylus: Werner *de modo quo chymus in chylum mutatur. Tübingae*, 1800. Horkel's *Archiv für die thierische Chemie.* T. 1. *Heft* 2. Emmert und Reuss, Scherer's *Journal* 5. *p.* 154. 691. Emmert, Reil's *Archiv* 8. p. 145. Marcet *medico-chirurg. transact.* 1815. 6. 618. Meck. *Arch.* 2. 268. Brande *philos. transact.* 1812. Meck. *Arch.* 2. 278. Prout *Annals of philos.* 13. *p.* 12. 263. Meck. *Arch.* 6. 78. Ant. Mueller *dissert. exp. circa chylum. Heidelb.* 1819. Tiedemann und Gmelin a. a. O. 2. 66.

## *VII. Capitel.* Von der Function der Milz, der Nebennieren, der Schilddrüse und der Thymusdrüse.

Die hier genannten *Drüsen ohne Ausführungsgänge* (p. 433.) haben mit einander gemein, dass sie dem durch sie strömenden Blute irgend eine materielle Veränderung mittheilen, oder dass die von ihnen abstammende Lymphe eine besondere Rolle in der Chylification und Blutbildung spielt. Denn das Venenblut, das von ihnen

kommt, und die von ihnen kommende Lymphe sind die einzigen von ihnen ausgeführten und in die allgemeine Oekonomie zurückfliessenden Stoffe.

### A. Von der Milz.

1. *Bau der Milz.* (Mueller *im Archiv der Anat. und Physiol.* 1834. 1.)

Die Milz kömmt nur bei den Wirbelthieren vor, sie ist hier fast durchaus beständig. Nach Rathke und Meckel sollte sie bei den Cyclostomen (Petromyzon, Ammocoetes) fehlen. Mayer (Froriep's *Notizen* 737.) hält ein drüsiges Organ an der Cardia von Petromyzon marinus für die Milz. Bei Myxine fehlt die Milz nach Retzius wirklich, was ich von diesem Thiere wie von dem verwandten Bdellostoma bestätigen kann. Sonst ist die Milz allgemein. Sie fehlt weder beim Chamäleon, wo sie Treviranus vermisst hat, noch bei den Schlangen, wo sie meist Meckel übersah, bei den letzteren liegt sie, nach Retzius und Mayer in der Nähe des Pankreas. Bei den Cetaceen ist die Milz in mehrere Milzen zerfallen. Die Milz liegt beim Menschen und den Säugethieren in demjenigen, doppeltblättrigen Theile des Peritoneums, der von der vordern und hintern Fläche des Magens zur grossen Curvatur desselben hingehend zwischen der grossen Curvatur, dem Zwerchfell und dem Colon transversum ausgedehnt ist; vom Magen ab bis zum Colon transversum Netz, Netzbeutel genannt wird. Da dieser Theil des Peritoneums beim Embryo vor dem 4. Monat mit dem Colon noch nicht verwachsen ist, sondern in der hintern Wand der Bauchhöhle in das Peritoneum sich inserirt, oder darin fortsetzt, so ist dieser, anfangs von der grossen Curvatur zur hintern Wand der Bauchhöhle sich erstreckende, und anfangs noch nicht herabhängende Theil des Bauchfells frühzeitig ein wahres Magengekröse (Mesogastrium). Siehe oben p. 492. Die Milz, welche zwischen den zwei Blättern dieses Theils liegt, ist also ursprünglich im Magengekröse enthalten, gleich wie die Lymphdrüsen im Mesenterium enthalten sind. Betrachtet man nun das ganze Gekröse als von der hinteren Mittellinie ausgehend, wie denn auch das Magengekröse anfangs von der hintern Mittellinie zur grossen Curvatur gelangt, so ist also, genau genommen, die Milz nicht ein Organ der linken Hälfte des Körpers, sondern der Mittellinie zwischen den beiden Blättern des Mesogastriums, in der Gefässschicht sich erzeugend. Erst allmählig, da die Insertion des Mesogastriums in die hintere Bauchwand sich nach links wendet, kömmt auch die Milz nach links. Die Milz ist also kein Organ der linken Seite, der das Paarige der rechten Seite fehlt, eben so wie auch die Leber ursprünglich nicht vorzugsweise der rechten Seite, sondern mit gleichen Hälften der Mittellinie angehört.

Die Milz ist von einer festen fibrösen Haut überzogen, welche viele balkenartige Fortsätze durch das Innere der Milz ausschickt, durch welche das zarte, pulpöse, rothe Gewebe der Milz suspendirt ist. Innerhalb dieses rothen Gewebes kommen bei

mehreren Thieren weissliche, runde, mit blossen Augen sichtbare Körperchen vor, welche von Malpighi zuerst entdeckt worden. Beim Menschen hat man sie bald angenommen, bald geläugnet (Rudolphi).

Diese Körperchen sind nach Dupuytren und Assolant in der Milz des Menschen graulich, sehr weich und nicht hohl, und haben einen Durchmesser von $\frac{1}{5}$ bis 1 Par. Linie. Sie sollen so weich seyn, dass sie beim Aufheben mit dem Messer zerfliessen. Nach Meckel sind es rundliche, weissliche, höchst wahrscheinlich hohle, oder wenigstens sehr weiche Körperchen von $\frac{1}{6}$ bis 1 Linie Durchmesser, sehr gefässreich. Dergleichen weiche, beim Druck leicht zerfliessende Körperchen sieht man allerdings zuweilen bei dem Hunde, der Katze und in sehr seltenen Fällen deutlich beim Menschen. Sie sind es, welche nach Home, Heusinger und Meckel, bei Thieren, nach eingenommenem Getränk, beträchtlich anschwellen sollen, was ich bezweifle. Etwas durchaus Verschiedenes sind die von Malpighi ursprünglich gemeinten Körperchen der Milz einiger Pflanzenfresser. Ueber die Beschaffenheit der unbestimmten, weissen weichen Pünktchen in der Milz einiger Säugethiere habe ich nichts herausbringen können; aber die traubenförmigen Körperchen in der Milz des Rindes, des Schafes und des Schweins können sehr gut in Hinsicht ihres Zusammenhanges und ihrer Beschaffenheit untersucht werden. Folgendes ist dasjenige, was ich darüber gefunden habe.

In der Milz mehrerer pflanzenfressenden Thiere (des Rindes, des Schafes, des Schweins) giebt es gewisse runde, weisse Körperchen von der Grösse von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Millimeter; diese Körperchen sind ziemlich hart, und weit entfernt, beim Druck zu zerfliessen. Rudolphi (*Grundriss der Physiologie. Band II. Abtheilung* 2. *p.* 175.), welcher die Malpighi'schen Körperchen nur in der Milz von Säugethieren annimmt, sagt, dass sie herausgehoben zusammenfallen oder zerfliessen. Diess kann sicherlich nicht von den weissen Körperchen, welche hier beschrieben werden, gelten, da diese bestimmt umschriebenen und fast durchgängig gleich grossen Theilchen ganz consistente und dem Druck einigermassen widerstehende, beim sanften Zerreiben der Milz meist unzerstörbare Bildungen sind. Man sieht sie bald an der Milz des Schweines, Schafes, Rindes, auf Durchschnitten der Milz, oder noch besser, wenn man die Milz zerreisst, auf den Rissflächen, oder wenn man die Milz dieser Thiere einige Zeit maceriren lässt; dann nämlich erweicht sich die pulpöse Substanz der Milz ganz und wird schwärzlich, während die weissen Körperchen viel länger ungefärbt, nämlich weissgrau und unaufgelöst sich erhalten. Sind zerrissene Stücke der Milz einige Zeit macerirt worden, so erkennt man auch deutlich den Zusammenhang der Körperchen; man sieht, dass sie unter einander durch Fäden verbunden sind, und man kann ganze Büschel derselben aus der halbmacerirten Milz des Schweines und Schafes absondern. Bei Untersuchung der frischen Milz dieser Thiere ist es viel schwerer, den Zusammenhang dieser Körperchen zu erkennen; nur mit grosser Ge-

duld lassen sich Büschel zusammenhängender Körper rein herauspräpariren, indem man unter der Loupe mit Nadel und Pincette arbeitet. Heusinger (*Ueber den Bau und die Verrichtung der Milz. Thionville*, 1817.) bemerkt, wenn man ein Stück Milz, worin sich weisse Körperchen befinden, im Wasser einige Zeit zwischen den Fingern reibe, so könne man sie in kleinen Häufchen absondern, so dass sie nun traubenartig zusammenhängen und an kleinen Stielchen befestigt scheinen. Diess ist ganz richtig, kann aber bloss von den hier gemeinten weissen Körperchen des Schweines, Schafes, Rindes gelten.

Diese Körperchen sind rundlich, zuweilen auch oval, fast durchgängig gleich gross; sie variiren beim Schwein und Schaf von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Millimeter Durchmesser, beim Rind sind sie ein wenig grösser. Am leichtesten ist es, sie in der Milz der Schweine und Schafe zu untersuchen; ich kann mir es nur durch einen Gedächtnissfehler erklären, dass Rudolphi diese Körperchen beim Schweine ganz läugnet, da sie doch bei keinem Thiere leichter zu sehen, leichter zu untersuchen sind.

Bei näherer Untersuchung sieht man nun, dass keines dieser Körperchen isolirt ist; immer wird man jedes Körperchen nach einer oder nach beiden Seiten hin in Fortsätze auslaufen sehen. Zuweilen, aber selten, sind sie unter einander eine Strecke wie Knötchen einer Schnur verbunden, während die einzelnen Knötchen wieder feine Würzelchen ausschicken; meistens sitzen sie kurz gestielt an weniger dicken Fäden, welche Aeste von anderen Fäden sind, oder, was am häufigsten ist, sie sitzen an der Seite von ästigen Fäden mit schmälerer oder breiterer Basis ungestielt auf. Die Fäden, welche sie verbinden, werden allmählig dünner in der Richtung der Verzweigung und gehen offenbar von grösseren Strängen aus. Die stärkeren Aeste, woran sie sitzen, zeigen auf dem Durchschnitte ein Lumen, wie sich bei mikroskopischer Untersuchung erweist. Was aber am meisten Interesse erregt, ist, dass man die Aeste, woran die Körperchen sitzen, nach ihren Stämmchen hin verfolgen kann und dass man bei Verfolgung dieser Stämmchen zuletzt offenbar auf die Stämme der Blutgefässe der Milz gelangt.

Als ich so weit in der Untersuchung der Milz beim Schweine gelangt war, wünschte ich vorzüglich zu wissen, ob die Körperchen der Milz an den Venenzweigen oder den Arterienzweigen sitzen. Durch feine Injectionen überzeugt man sich, dass sie an den Arterienzweigen hängen und dass sie namentlich mit den Scheiden der Arterien, welche diesen Gefässen in der Milz eigen sind, verbunden sind. Sie erscheinen als Auswüchse dieser Scheide, obgleich ich damit nicht sagen will, dass sie in Hinsicht des Gewebes damit identisch seien. Die zartesten Zweigelchen der Arterien bleiben übrigens diesen Körperchen in so weit fremd, als sie sich grösstentheils in dem pulpösen Gewebe der Milz verbreiten; bei feinen Injectionen sieht man die arteriösen Gefässchen mehr oberflächlich durch die Wände der Körperchen durchtreten, als auf ihnen sich verbreiten.

Die Körperchen haben einen Inhalt. Die darin enthaltene flüssige, weisse, breiige Materie besteht grösstentheils aus fast lauter gleich grossen Körperchen, welche ungefähr so gross wie Blutkörperchen, aber nicht wie Blutkörperchen platt, sondern unregelmässig kugelförmig sind. Diese Körperchen sehen unter dem Mikroskop gerade so aus und sind eben so gross wie die Körnchen, welche die rothe Substanz der Milz ausmachen.

Die rothe pulpöse Substanz besteht aus lauter rothbraunen Körnchen, so gross wie Blutkörperchen, von diesen aber verschieden dadurch, dass sie nicht platt, sondern unregelmässig kugelig sind. Diese Körnchen lassen sich sehr leicht von einander ablösen. In der durch ihre Aggregation gebildeten pulpösen Masse der Milz verbreiten sich die büschelförmig verästelten feinsten Arterien, bis in die venösen, vielfach unter einander anastomosirenden Kanäle, in welche von da das Blut gelangt, ehe es von jedem Theile der Milz in das Venenstämmchen desselben übergeht. Diese ziemlich starken anastomosirenden Anfänge der Venen scheinen äusserst zarte Wandungen zu haben. Betrachtet man ein Stückchen der Pulpa der Milz genauer, so sieht man, dass diese Pulpa wie durchlöchert ist, und dass sie gleichsam ein Netz von rothen Balken bildet, deren Durchmesser stärker ist, als die zwischen ihnen sich findenden Zwischenräume und Kanäle. Diese venosen Kanäle sind es, welche beim Aufblasen der Milz von den Venen aus, jener Substanz ein zelliges Ansehn geben. Injicirt man Wachsmasse durch die Venen, so erhält die Milz das Ansehn der Corpora cavernosa penis. Zellen sind hier nicht vorhanden. Die zarte, rothe, von venösen Kanälen unter den mannigfaltigsten Richtungen durchschnittene und durchlöcherte Substanz der Milz ist so weich und zerstörbar, dass die einzelnen Theile dieser Substanz einer Suspension bedürfen, und diese wird dadurch ausgeführt, dass die weiche Substanz von dem fibrösen Balkengewebe, welches von der äusseren Haut der Milz ausgeht, in den mannichfaltigsten Richtungen durchsetzt wird. Die weissen Körnchen verhalten sich zu der rothen Substanz so, dass sie von ihr umgeben sind, und nicht so, wie Malpighi annahm, in Zellen der Milz liegen. Feine, weisse Würzelchen gehen von den weissen Kornchen in die rothe Substanz über, und enthalten zum Theil deutlich Arterienzweigelchen.

Beim Menschen sind die Malpighi'schen Körperchen sehr schwer zu beobachten. Nach der Maceration einer Milz habe ich sie neuerlich gesehen. Was man dafür aus Durchschnitten der Milz genommen, jene zuweilen sichtbaren, zuweilen unsichtbaren graulichen weichen Puncte, ist davon verschieden und viel grösser als jene Körperchen. Die Malpighi'schen Körperchen sind niemals weich und nicht beim Druck zerfliesslich, vielmehr von solcher Festigkeit, dass sie durch Maceration schwer zerstört werden.

2. *Function der Milz.*

Das Einzige, was man von der Bedeutung der Milz kennt, ist, dass sie keine grosse Bedeutung in der thierischen Oekono-

mie hat, indem sie nach übereinstimmenden Erfahrungen vieler Beobachter ohne irgend eine erhebliche Folge exstirpirt werden kann. Nach dieser Exstirpation hat Dupuytren bei Hunden grössere Gefrässigkeit bemerkt, Mayer (*med. chirurg. Zeit.* 1815. 3. *Bd.* 189.) Vergrösserung der Lymphdrüsen, was wenigstens nicht constant ist. Auch die von Einigen behauptete vermehrte Harnabsonderung nach Exstirpation der Milz ist nach Tiedemann und Gmelin keine wesentliche und constante Erscheinung. Eben so wenig beobachteten sie Erscheinungen von schlechter Verdauung, wie Mead und Mayer; sie fanden auch keine Veränderung in der Galle, und es ist also unrichtig, wenn Mehrere diese sehr bitter und dunkelgefärbt gefunden haben wollten. Siehe Tiedemann und Gmelin *über die Wege, etc. p.* 105.

Die Widerlegung der Hypothesen über die Function wird uns nicht lange beschäftigen, da sie zum Theil auf ganz unrichtigen Voraussetzungen beruhen, die anderen sich aber weder beweisen noch widerlegen lassen.

Widerlegen lassen sich alle Hypothesen, welche die Milz als in einem wesentlichen Verhältniss zur Leber stehend betrachten. Doellinger betrachtet die Milz als das Product einer symmetrischen Bildung, die Milz sey gleichsam die unausgebildete rechte Leber. Die Leber ist indess anfangs ganz symmetrisch und steht in gar keiner Beziehung zur Milz, und die Milz ist selbst symmetrisch, indem sie in der Gefässschicht der Gekrösblätter, nämlich im Magengekröse, sich bildet, wie früher bemerkt wurde. Auch auf den Umstand, dass die Milzvene zur Pfortader geht, und auf die Hypothese, dass die Milz das Blut zur Gallenabsonderung vorbereite, ist kein Werth zu legen; denn die Beziehung zur Pfortader hat sie mit dem ganzen chylopoetischen System und bei den niedern Wirbelthieren sogar mit den unteren Extremitäten, bei den Fischen mit den Genitalien und der Schwimmblase gemein. Vergl. oben p. 172. Einige sprechen ohne allen Beweis von Desoxydation des Blutes in der Milz. Andere lassen durch die Milz die Absonderung des Magensaftes gefördert werden, weil sie bei angefülltem Magen weniger Blut aufnehme (?), wieder Andere, wie Lieutaud, Moreschi, sehen die Milz als einen Blutbehälter für den Magen an, indem entweder durch den Druck des angefüllten Magens weniger Blut der Milz aus der Arterie zufliessen soll, was für die Thiere nicht passt, wo die Milz nicht am Magen liegt, oder indem der verdauende Magen mehr Blut anziehe. Aehnlich ist die Hypothese von Dobson (*Lond. med. phys. Journ. Oct.* 1820. Froriep's *Not.* 615.). Nach ihm soll die Milz zur Zeit, wo der Process der Bildung des Chymus zu Ende ist, anschwellen, nämlich 5 Stunden nach der Mahlzeit habe die Milz das Maximum ihres Volumens erreicht; 12 Stunden nach dem Füttern sey die Milz klein und enthalte wenig Blut. Da nun nach einer Mahlzeit eine grössere Quantität Blut im Organismus sich befinde als zu irgend einer andern Zeit, und da die Blutgefässe diese Vermehrung ohne Nachtheil nicht aufnehmen können, so sey die Milz ein Behälter für diesen Ueberschuss.

Nachdem aber die Absonderung dieses Maximum der Blutmasse wieder vermindert habe, nehme auch das Volumen der Milz wieder ab. Die Prämissen scheinen mir nicht erwiesen.

Dobson will ferner die Versuche von Magendie bestätigt haben, nach welchen das Volumen der Milz durch Injection von Flüssigkeiten in die Venen vermehrt werden soll. Die Annahmen von Defermon (*Nouv. biblioth. méd. Mars* 1824. Froriep's *Not.* 148.), dass das Volumen bei dem Genusse verschiedener Stoffe sich verändere, sich unter dem Einflusse des Strychnins, Kamphers, essigsäuren Morphiums vermindere, scheinen mir eben so wenig erwiesen. Home glaubte einst aus der unerwiesenen Annahme, dass die Milz nach Genuss von Getränken anschwelle, die Flüssigkeiten sollten auf unbekannten Wegen aus dem Magen zur Milz, und von da zur Harnblase gebracht werden, was er später zurückgenommen. *Philos. transact.* 1811.

Die Function der Milz beruht wahrscheinlich entweder in einer unbekannten Veränderung des durch ihr Gewebe durchgehenden Blutes, wodurch sie zur Blutbildung beiträgt, oder sie sondert eine eigenthümliche Lymphe ab, welche zur Chylification beiträgt, indem die Lymphe zur übrigen Lymphe ergossen wird. Nur die Venen oder die Lymphgefässe können die durch die Milz veränderte thierische Materie ausführen; Letzteres ist die Hypothese von Tiedemann. Welche von beiden Ansichten richtig, ist unbekannt, und worin jene Veränderung der thierischen Materie besteht, noch weniger bekannt.

Das Blut der Milzvene ist nach Tiedemann und Gmelin von anderem Venenblute nicht verschieden, wenn diess gleich von älteren Beobachtern und selbst in neuerer Zeit von Autenrieth (*Physiol.* 2. 77.) behauptet worden. Tiedemann und Gmelin sahen es wie anderes Blut gerinnen. *Versuche über die Wege etc. p.* 70. Dagegen fand Schultz (Rust's *Magazin* 1835. 325.) das Blut der Pfortader schwärzer als anderes Venenblut und am dunkelsten im nüchternen Zustande der Thiere. Neutralsalze und atmosphärische Luft färbten es nicht heller roth, sein Coagulum ist weniger fest und es enthält weniger Faserstoff und Eiweiss, dagegen mehr Fett.

Hewson hatte die Ansicht aufgestellt, dass die Milz, wie die lymphatischen Drüsen und die Thymusdrüse, bestimmt sey, aus dem arteriellen Blute einen Saft abzusondern, welcher, der Lymphe beigemischt, die Blutkörperchen ausbilde. Hewson *opus posth. sive rubrarum sanguinis particularum thymi et lienis descriptio.* 1786. Diess kann wohl nicht richtig seyn, da die Blutkörperchen sich eben so gut nach Exstirpation der Milz ausbilden. Hewson, Tiedemann und Fohmann sahen die Milzlymphe röthlich; diess ist indess keine constante Erscheinung. Seiler sah wohl einige mit röthlicher Lymphe gefüllte Lymphgefässe auf der Oberfläche der Milz von Pferden, und ich sah wiederholt einige wenige der vielen grossen Lymphgefässe auf der Oberfläche der Milz des Ochsen eine blassrothe Flüssigkeit führen. Aber Seiler sah jene Färbung bei den meisten Pferden nicht, und bei den Eseln, Rin-

dern, Schafen, Schweinen und Hunden niemals. *Anat. physiol. Real-Wörterbuch.* 5. 330. Vergl. Jaeckel, Meckel's *Archiv.* 6. 581. Mehreres über die älteren Ansichten siehe bei Seiler a. a. O. und Heusinger *Ueber den Bau und die Verrichtung der Milz. Thionville,* 1817. Mayer hat beobachtet, dass die Milz sich bei wiederkäuenden Thieren nach der Exstirpation wiedererzeuge, indem sich nämlich an der Stelle der Exstirpation ein Körper von der Grösse einer Lymphdrüse nach einigen Jahren wiederfinde; diess wäre ein sehr interessantes Factum, wenn es sich strict beweisen liesse; diess ist aber kaum möglich, da die Thiere zuweilen kleine Nebenmilzen besitzen, auch ein Rest der Drüse zurückgeblieben sein konnte. Zum Beweiss, dass etwas Milzsubstanz sey, würde die Darlegung der oben beschriebenen Bündelchen von weissen Körperchen, die in der Milz mehrerer Wiederkäuer vorhanden, und leicht präparirt werden können, dienen können.

Die anatomisch-physiologischen Untersuchungen über die Milz von Giesker. Zürich 1835. 8. enthalten ausser der ausführlichen Zusammenstellung der Angaben der älteren und neueren Schriftsteller eigenthümliche Beobachtungen über den Bau der Milz beim Menschen und insbesondere auch über die Milzkörperchen desselben.

### B. Von den Nebennieren.

1. *Bau der Nebennieren* (nach eigenen Untersuchungen).

Die Nebennieren kommen bei dem Menschen, den Säugethieren, Vögeln und spurweise bei den beschuppten Amphibien und den Haifischen und Rochen vor. Retzius hat sie bei den Schlangen und Plagiostomen beschrieben. Nagel (Mueller's *Arch.* 1836. *p.* 365.) beobachtete Spuren derselben bei den Crocodilen, Schildkröten, Schlangen. Derselbe hält mit Retzius beim Frosch nicht die Fettkörper für die Nebennieren, sondern einen Streifen körniger gelber Substanz an der vordern Fläche der Nieren. Die Nebennieren bestehen aus einer gelben Rindensubstanz, die aus senkrechten Fasern besteht, und aus einer dunklen schwammigen Marksubstanz. Wenn sich eine Art Höhle im Innern der Nebenniere vorfindet, so ist dies immer die Nebennierenvene. In der Rindensubstanz haben die kleinsten Arterien und Venen eine ganz eigenthümliche Disposition. Sie haben nämlich die Form gerader, paralleler, gleich dicker, sehr enger Röhrchen, welche alle den nämlichen Durchmesser haben, und in der schönsten Regelmässigkeit dicht neben einander von der Oberfläche senkrecht nach innen gehen, und fast so eng wie die gewöhnlichen Capillargefässnetze sind. Sowohl bei Injection der Arterie, als der Venen, erhält man dieselben senkrechten Gefässe mit sehr länglichen Maschen injicirt. An der äussern Oberfläche der Nebennieren liegt ein gewöhnliches Capillargefässnetz, dessen Röhrchen kaum merklich enger sind, als die der Corticalsubstanz. Alle senkrechten Venenzweigelchen ergiessen sich in das Venengewebe der

Marksubstanz. Die Medullarsubstanz der Nebennieren ist sehr schwammig und besteht grösstentheils aus einem Venengewebe, welches in die Zweige der Vena suprarenalis übergeht, die im Innern des Organes ziemlich weit ist. Durch die Vena suprarenalis kann man daher jenes ganze schwammige Gewebe aufblasen. Dieser Bau, den man durch feine Injectionen sehr gut darstellen kann, ist beim Ochsen, Kalb, Schaf, Schwein derselbe wie beim Menschen, indem die Nebennieren sich nur durch die äussere Form und Oberfläche unterscheiden. Siehe Nagel a. a. O. Ob das Blut während des Durchgangs durch das beschriebene Gefässgewebe der Rinde eine eigenthümliche Veränderung erleidet, und als verändertes Blut durch die Vena suprarenalis zum übrigen Venenblut gelangt? Die Vena suprarenalis müsste man beim lebenden Thiere unterbinden, was auf der linken Seite angeht, und die Feuchtigkeit im Innern der Vene und Nebenniere untersuchen. Dass die Nebennieren bei den kopflosen Missgeburten vorzugsweise vor anderen Organen fehlen sollen, ist wohl nicht begründet.

2. *Function* unbekannt.

Beim Embryo des Menschen sind sie nach Meckel's und meinen Untersuchungen anfangs grösser als die Nieren, und bedecken selbst die Nieren, wie z. B. bei einem 1 Zoll langen Embryo. Erst bei 10—12 Wochen alten Embryonen sind die Nieren den Nebennieren an Grösse gleich; dagegen sind nach meinen Beobachtungen die Nebennieren der Säugethierembryonen zu keiner Zeit grösser als die Nieren. Mit den Harnwerkzeugen stehen diese Organe wohl in keiner Beziehung. Bei der Lageveränderung der linken Niere auf die rechte Seite sah ich die Nebenniere an der gewöhnlichen Stelle; eben so bei der Atrophie der linken Niere unverändert.

### C. Von der Schilddrüse.

1. *Bau der Schilddrüse.*

In der Schilddrüse scheinen sehr kleine Zellen enthalten zu seyn, deren Zusammenhang gleich wie der eigentliche Bau der Schilddrüse unbekannt ist. Im Kropf schwellen diese Zellen an und enthalten eine durchscheinende Materie, welche leicht fest wird.

2. *Function der Schilddrüse* unbekannt.

### D. Von der Thymusdrüse.

1. *Bau der Thymusdrüse* (nach Astley Cooper *the anatomy of the Thymus gland. Lond.* 1832.)

Die Thymusdrüse ist verhältnissmässig beim Fötus am grössten; nach der Geburt wächst sie noch und bleibt gross im ersten Jahr, hernach vermindert sie sich allmählig, bis sie zur Zeit der Pubertät ganz geschwunden ist. Die Thymus des Kalbes besteht aus grosseren und kleineren Lappen. Jeder Lappen wird durch zahlreiche absondernde Zellen und durch grössere Höhlen

oder Behälter gebildet. Beim Menschen sind die grössten Lobuli nicht grösser als eine Erbse. Bei genauerer Untersuchung sieht man nach Cooper, dass die Lobuli, wenn sie aus einander entwickelt werden, zu Kränzen vereinigt sind, die wie Halsbänder als grössere und kleinere Perlen erscheinen. Um die innere Structur zu beobachten, muss man eine leichte, oberflächliche Schicht von einem oder von mehreren Lappen zugleich wegnehmen, man sieht dann eine Menge kleiner Höhlen, diese Höhlen enthalten zum Theil eine reichliche weisse Flüssigkeit der Drüse. Aus diesen Höhlen gelangt die Flüssigkeit in einen gemeinsamen Behälter, und der letztere bildet einen gemeinsamen und verbindenden Raum zwischen den verschiedenen Lappen, und ist von einer zarten Haut ausgekleidet. Auf der innern Fläche des Behälters bemerkt man kleine Oeffnungen, welche in taschenförmige Erweiterungen führen, und durch diese Erweiterungen führen die Höhlen der Lappen zum gemeinsamen Behälter. Diese Oeffnungen sind jedoch nicht so zahlreich als die Lappen, weil jede Tasche mit mehr als einem Lappen zusammenhängt. Das Wesentliche des Baues besteht also darin, dass die kleinen Zellen oder Höhlen in der Substanz der Läppchen zuletzt zu einer taschenförmigen Erweiterung an der Basis jedes Hauptlappens führen, und dass diese taschenförmige Erweiterung durch eine kleine Oeffnung wieder mit dem gemeinsamen Behälter in Verbindung steht. Nach Cooper sitzt beim Kalbsfötus an jedem Horn der Thymus ein grosser Lymphgang, der mit einer Injection leicht angefüllt werden kann, und an der Verbindungsstelle der beiden Jugularvenen in die Vena cava super. sich endigt. Indessen ist die Verbindung der Lymphgefässe mit den Höhlungen der Drüse nicht erwiesen. Die Flüssigkeit der Thymus ist weisslich und enthält weisse mikroskopische Partikeln, gerinnt von Alkohol, Mineralsäuren und Hitze. Liquor kali caustici verwandelt sie in einen fadenziehenden Stoff. 100 Theile enthalten 16 festen Stoff. Die Analyse auf die näheren thierischen Bestandtheile ist noch unvollkommen. Die Salze sind salzsaures und phosphorsaures Kali und phosphorsaures Natron; eine Spur von Phosphorsäure. Faserstoff scheint dieser Stoff nicht zu enthalten, und dadurch unterscheidet er sich von der Lymphe und dem Chylus.

2. *Fuuction.*

Nach Cooper's anatomischen Resultaten zu schliessen, wird aus der Thymus ein eigenthümlicher eiweissreicher Stoff durch die Lymphgefässe in die Venen ausgeführt; über die Art, wie diess Organ zur Blutbildung des Fötus und Kindes beiträgt, scheint es ganz unfruchtbar, Hypothesen aufzustellen.

Tyson (*Lond. med. surg. Journal. Jan.* 1833. Froriep's *Not.* 807.) stellt die Hypothese auf, dass die Thymus beim Foetus das Blut von den Lungen ableite, welches nach der Geburt den Lungen zugewendet werde. Jede Hypothese ist unzureichend, welche die Function der Thymus als eines Theils des Fötus, und nicht als eines Theils auch des kindlichen Alters betrachtet.

## *VIII. Capitel.* Von der Ausscheidung der zersetzten Stoffe.

Das Leben ist mit einer beständigen Zersetzung der organischen Materie verbunden, deren Ursachen in dem allgemeinen Theil dieses Handbuchs p. 35. und 357. untersucht worden. Zur Aeusserung des Lebens ist die Einwirkung äusserer Reize nothwendig. Diese reizen mit Veränderung der materiellen Zusammensetzung, und es entstehen bei der Erzeugung edlerer Verbindungen nothwendig immer Ausscheidungen von unbrauchbaren Bestandtheilen der zersetzten Verbindungen. Aber auch die Umwandlung der Nahrungsstoffe in Blut macht die beständige Ausscheidung von unbrauchbaren Bestandtheilen nothwendig. Die Apparate, wodurch diese Zersetzungsproducte nicht gebildet, sondern nur ausgeschieden werden, sind die äussere Haut und die Nieren. Die Natur dieser Ausscheidungen soll hier untersucht werden. Die organischen Bedingungen aller Secretionen und Excretionen sind in dem Abschnitte von der Absonderung p. 424. zergliedert worden.

John Dalton (*Edinburgh new philosophical Journal. Nov.* 1832. *Januar* 1833.) stellte an sich selbst eine Reihe von Experimenten über die Quantität der von einer gesunden Person genommenen Nahrungsmittel in Vergleich mit den verschiedenen Excretionen an. Die erste Reihe derselben dauerte 14 Tage, wobei im Durchschnitt täglich 91 Unzen oder beinahe 6 Pfund avoir du pois an festen und flüssigen Stoffen verzehrt wurden. Der Totalbetrag des in 14 Tagen ausgeleerten Harns betrug 680 Unzen, der der Faeces 68 Unzen. Auf den Tag kamen im Durchschnitt $48\frac{1}{2}$ Unzen Harn und 5 Unzen Faeces, zusammen $53\frac{1}{2}$ Unzen. Da nun täglich 91 Unzen verzehrt wurden, so musste bei gleichbleibendem Gewicht des Körpers die Ausdünstung der Haut und Lungen $37\frac{1}{2}$ Unzen betragen. Diese erste Reihe der Versuche war im März angestellt; die zweite fiel in den Juni, die dritte in den September. Im Sommer wurden 4 Unzen an festen Stoffen weniger, dagegen 3 Unzen an flüssigen Stoffen mehr ausgeleert. Durch die Ausdünstung gingen 44 Unzen, oder 6 Unzen, mehr als im Frühling, fort; im Herbst wurde die Hälfte der täglichen Consumtion durch die Ausdünstung ausgeschieden. Dalton berechnet, dass er täglich etwa $11\frac{1}{2}$ Unze Kohlenstoff in den Nahrungsmitteln zu sich nahm. Das Carbon von dem Urin rechnete er $1\frac{1}{4}$ Proc.; diess giebt auf $48\frac{1}{2}$ Unzen Urin täglich 0,5 bis 0,6 Unzen Kohlenstoff. Hundert Theile Faeces haben $\frac{3}{4}$ Wasser, der Rest enthält nicht mehr als 10 Theile Kohlenstoff. Diess beträgt in 5 Unzen Faeces $\frac{1}{2}$ Unze Carbon, also werden $10\frac{1}{2}$ Unzen Kohlenstoff durch die Perspiration fortgeschafft. Nach früheren Untersuchungen (*Manchester memoirs. New series. Vol.* 2. *p.* 27.) brachte Dalton durch das Athmen in 24 Stunden 2,8 Pfund Troy Kohlensäuregas hervor. Diess beträgt gegen 0,78 Pfund Troy Kohlenstoff oder 0,642 Pfund avoir du pois oder $10\frac{1}{4}$ Unzen avoir du pois. Die wässrige Perspiration der Lungen

beträgt höchstens 1,55 Pfund Troy = 1,275 Pfund avoir du pois = $20\frac{1}{2}$ Unzen avoir du pois. Fügt man dazu $10\frac{1}{4}$ Unzen Kohlenstoff, so hat man $30\frac{3}{4}$ Unzen für das in einem Tage aus den Lungen ausgeathmete Wasser nebst Kohlenstoff, und zieht man diese von $37\frac{1}{2}$ ab, so bleiben für die unmerkliche Ausdünstung aus der Haut $6\frac{3}{4}$ Unzen täglich, welche aus circa $6\frac{1}{2}$ Unzen Wasser und $\frac{1}{4}$ Unze Kohlenstoff bestehen werden. Daher würde man durch das Athemholen fünfmal mehr Substanz als durch die ganze Körperoberfläche verlieren.

In den 6 Pfund Nahrungsstoffen, die man täglich zu sich nimmt, rechnet Dalton gegen 1 Pfund Kohlenstoff und Stickstoff zusammengenommen; das Uebrige ist grösstentheils Wasser.

Die Ausscheidung fremdartiger, in den Kreislauf aufgenommener Stoffe geschieht nicht durch alle Oberflächen zu gleicher Zeit und gleich stark. Es zeigt sich vielmehr, dass eins oder das andere der Ausscheidungsorgane eine grössere Anziehung gegen gewisse fremdartige Stoffe äussert, und dieselben leichter ausscheidet als andere. So haben Magendie (*bulletin de la société philom.* 1811.) und Tiedemann (*Zeitschr. für Physiol. S.* 2.) gezeigt, dass Alkohol, Kampher, Terpentingeist, Moschus, Schwefelkohlenstoff, Phosphor durch die Lungen aus dem thierischen Körper ausgeschieden werden. Nach Injection einer Auflösung von Phosphor in die Venen eines Thiers, stossen die Lungen Wolken von weissen Dämpfen aus, welche im Dunkeln leuchten. Dagegen werden salinische Stoffe und manche Färbestoffe leichter durch die Harnabsonderung, verändert oder unverändert, ausgestossen. Im Allgemeinen kann man sagen, dass diejenigen Stoffe, welche durch ein Ausscheidungsorgan in der Regel ausgeschieden werden, auch leicht Reize seiner Thätigkeit seyn können, und es lässt sich aus dieser Bemerkung die harntreibende Wirkung der Neutralsalze aus dem Umstande herleiten, dass diese Salze eben durch die Nieren meist unverändert wieder ausgeschieden werden.

Woehler (Tiedemann's *Zeitschrift. I. Bd.*) hat ausgedehnte Untersuchungen über den Uebergang fremdartiger, in den Organismus aufgenommener Stoffe in den Harn angestellt, welche im Artikel von dem Harn ausführlicher mitgetheilt werden.

### I. Hautausdünstung und Schweiss.

Die äussere Haut ist der Sitz einer zweifachen Absonderung, von Fettabsonderung und von Ausdünstung; erstere findet in den Folliculis sebaceis der Haut statt, sie ist noch nicht untersucht. Beim Fötus bildet sie einen salbenartigen Ueberzug der Haut, Vernix caseosa, und besteht nach Frommherz und Gugert aus einem innigen Gemenge von einem dem Gallenfette ähnlichen Fett und Eiweiss, welches letztere indess vom Liquor amnii herrühren kann.

Die Quellen der wässrigen, dunstförmigen Absonderung sind die Haut und die Lungen. Bei stärkerer Bewegung und grösserer äusserer Wärme, und in verschiedenen Krankheiten, auch

wenn die Ausdünstung durch Wachstaffet oder Pflaster verhindert wird, sammelt sich das Ausgeschiedene in Tropfen, der Schweiss. Die Quellen des Schweisses sind die über die ganze Haut zerstreuten, kleinen, spiralförmigen Bälge, die Schweisskanälchen, welche Purkinje und Breschet entdeckt haben. Siehe oben p. 432.

Nach Sanctorius mühevollen Untersuchungen, wodurch er durch sinnreiche Versuche auf der Wage die Menge der ausdünstenden Materien zu bestimmen sucht, haben in neuerer Zeit besonders Lavoisier und Seguin genauere Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt. *Mém. de l'acad. des sc.* 1790. *Ann. de chim. T.* 90. Meckel's *Archiv.* 3. 599. Hiernach ist der Verlust bei einer Person durch Haut- und Lungenausdünstung in einer Minute 17—18 Gr. im Durchschnitt; 11 Gr. im Minimum, 32 Gr. im Maximum bei ruhendem Zustande. Um die Wirkung der Haut- und Lungenausdünstung abgesondert kennen zu lernen, bediente sich Seguin eines mit elastischem Harze überzogenen Taffetkleides, das keine Luft durchliess, oben offen war, und für den Mund eine von Kupfer umgebene Mündung hatte. Dieses Kleid wurde, nachdem es von Seguin angezogen worden, oben durch ein starkes Band verschlossen, dann die Kupfermündung um den Mund geklebt und befestigt. So setzte sich Seguin auf die Wage, wurde gewogen, blieb mehrere Stunden ruhig und wurde wieder gewogen. Der Unterschied zwischen beiden Wägungen gab den in dieser Zeit durch die Lungenausdünstung erlittenen Verlust. Hierauf verliess er die Hülle, liess sich sogleich wieder wägen, und nach einer bestimmten Zeit von neuem wägen. Der Unterschied der letzten Wägungen gab den durch Lungenausdünstung und Hautausdünstung zugleich erlittenen Verlust. Die Subtraction der Lungenausdünstung von der gesammten Ausdünstung gab das Quantum der Hautausdünstung. Die Resultate dieser lange Zeit mit grosser Genauigkeit fortgesetzten Versuche ergaben:

1) Wie verschieden auch die Menge der genossenen Nahrung seyn mag, in 24 Stunden kommt ein Mensch im ruhigen Zustande ohngefähr auf dasselbe Gewicht zurück, so dass 2) wenn unter sonst gleichen Umständen die Menge der Speisen variirt, oder bei gleicher Speisenmenge die der Ausdünstung abweicht, so wird die Menge der Excremente so vermehrt oder vermindert, dass doch um dieselbe Zeit dasselbe Gewicht wieder eingetreten ist, also bei gesunder Verdauung die verschiedenen Functionen sich unterstützen und vertreten. 3) Bei schlechter Verdauung wird die Ausdünstung vermindert. 4) Bei guter Verdauung hat die Menge der Speisen keinen grossen Einfluss auf die Ausdünstung. 5) Unmittelbar nach dem Essen wurde am wenigsten ausgedünstet. 6) Aber der durch die Ausdünstung verursachte Gewichtsverlust war während der Verdauung am grössten. 7) Der grösste Gewichtsverlust durch Ausdünstung ist in 24 Stunden 5 Pfund, der geringste 1 Pfund 11 Unzen 4 Drachmen. 8) Die Hautausdünstung hängt theils von der Beschaffenheit der Luft, theils des Körpers ab. 9) Das Mittel des Gewichtsverlustes durch Ausdünstung

ist 18 Gr. in der Minute, wovon 11 auf die Hautausdünstung, 7 auf die Lungenausdünstung kommen.

Die Ausdünstungsmaterie enthält verdunstbare Theile, wie Kohlensäure, Wasser und andere Theile, die sich auf der Haut absetzen und mit der Hautsalbe den Schmutz bilden. Nach Thenard enthält die Hautausdünstungsflüssigkeit, welche er in einem vorher mit destillirtem Wasser ausgewaschenen, flanellnen Hemde sammelte, Kochsalz, Essigsäure, etwas phosphorsaures Natron, Spuren von phosphorsaurem Kalk und Eisenoxyd nebst einer thierischen Materie. Schweiss, der in Tropfen von der Stirn gelaufen war, enthielt Milchsäure und im Alkohol löslichen Stoff (Osmazom) und eine kleine Menge im Alkohol unlöslichen Stoff, sehr viel Kochsalz, Chlorammonium. Anselmino sammelte die flüssige Ausdünstungsmaterie seines in einen Glasscylinder eingepassten Arms, indem er die Oeffnung um den Arm mit Wachstaffet zuband, während der Arm nirgends das Glas berührte. Der Dunst sammelte sich auf den Wänden des Glases und wurde tropfbar; die Flüssigkeit enthielt essigsaures Ammoniak und Kohlensäure. Kohlensäureaushauchung hatten früher auch Abernethy und Mackenzie beobachtet, während sie in den Versuchen von Priestley, Fourcroy, Gordon nicht stattfand (Meckel's *Archiv.* 3. 608.). Collard de Martigny (Magendie's *Journal.* 10. 162.) hat gefunden, dass die von der Haut ausgehauchte Luft Kohlensäure und Stickgas in sehr variablem Verhältnisse enthält. Diese Aushauchung ist nicht beständig vorhanden, sie ist copiös nach Anstrengungen und dem Essen. Zuweilen war das Gas bloss Stickgas, was mit den Erfahrungen von Ingenhouss, Trousset und Barruel übereinstimmt. Zuweilen war es fast blosses Kohlensäuregas, was an die Beobachtungen von Milly, Cruikshank, Jurine, Abernethy, Mackenzie erinnert. Collard will nach reichlicher Fleischnahrung mehr Stickstoff-, nach vegetabilischer Nahrung mehr Kohlensäureaushauchung bemerkt haben. Collard hat das sich von der Haut entwickelnde Gas unter einem oben verstopften und innerlich mit ausgekochtem Wasser gefüllten Trichter gesammelt, und schliesst hieraus, dass das Kohlensäuregas der Hautausdünstung als solches aus dem Körper ausgeschieden werde, da es auch ohne Berührung mit der atmosphärischen Luft austrete.

Die Trockenheit der Luft vermehrt die Ausdünstung, wiewohl durch diese letztere Abkühlung hervorgebracht wird; allein eine grosse Erhöhung der äussern Wärme giebt ein umgekehrtes Resultat. Edwards *de l'influence des agens physiques sur la vie. Paris* 1824. Frorier's *Not.* 150. 151. Die Transspiration ist reichlicher bei bewegter Luft und bei niederm Luftdruck. Edwards unterscheidet bei der Transspiration dasjenige, was der physicalischen Evaporation zukömmt und auch am todten Körper in denselben Umständen erfolgen würde, und das, was dem Lebensact der Haut zukömmt; letzteres soll nur $\frac{1}{6}$ der Totalsumme ausmachen, wo die Temperatur der Atmosphäre nicht über 20° ist. Das Product der physikalischen Ausdünstung ist fast reines Wasser, das der organischen führt thierische Bestandtheile. Die

physikalische Ausdünstung wird unterdrückt, wenn die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt ist, und die organische Ausdünstung wird aufgehoben, wenn das Individuum erkältet wird. Die Transspiration durch die Lunge soll nur durch physikalische Ausdünstung statt finden, diese Evaporation kann durch eine mit Feuchtigkeit gesättigte Luft, deren Temperatur eben so hoch oder höher ist als die des Körpers, vermindert werden. Erwärmung und Erkältung steht mit der Ausdünstung in so inniger Beziehung, dass auch hierüber das Wichtigste aus Edwards Untersuchungen angeführt werden muss. Bei gleicher Temperatur theilt tropfbares Wasser leichter Wärme mit als Wasserdunst, dieser leichter als Wassergas, dieses mehr als trockene Luft; man verträgt daher bei gleicher Temperatur die letztere länger. Feuchte, warme Luft erhitzt uns mehr, weil sie mehr Wärme mittheilt als trokkene, und weil die physikalische Ausdünstung in letzterer stärker ist. Bei gleicher, ja selbst bei geringerer Temperatur erregt warme, mit Wassergas und besonders mit Wasserdampf gesättigte Luft eine stärkere Transspiration, als trockene Luft. Ist die Temperatur der Luft geringer als die des Körpers, so entzieht die trockene Luft uns weniger Wärme, als feuchte Luft, sie hat bei gleicher Temperatur eine weniger erkältende Wirkung, weil feuchte Luft besser die Wärme leitet als trockene Luft.

Anselmino hat den Schweiss untersucht. Tiedemann's *Zeitschrift*. 2. 321. Nach dieser Analyse enthalten 100 Theile eingetrockneten Schweisses:

| | |
|---|---|
| in Wasser und Alkohol unlöslich (meist Kalksalze) . . . . . | 2 |
| in Wasser, nicht in Alkohol löslicher Thierstoff (der nach Berzelius's Ansicht ohne hinreichenden Grund von Anselmino für Speichelstoff erklärt wird) und schwefelsaure Salze | 21 |
| in wässrigem Alkohol löslich: Kochsalz und Osmazom . . . | 48 |
| in wasserfreiem Alkohol löslich: Osmazom, Milchsäure und milchsaure Salze (von Anselmino für Essigsäure und essigsaure Salze genommen) . . . . . . . . . . . . . | 29 |
| | 100 |

Berzelius vermisst in diesem Resultate den im Schweiss vorhandenen Salmiak und das milchsaure Ammonium. In der Asche des getrockneten Schweisses fand Anselmino kohlensaures, schwefelsaures, phosphorsaures Natron, und etwas Kali nebst Kochsalz, phosphorsauren und kohlensauren Kalk mit Spuren von Eisenoxyd. In dem Schweiss der Pferde, welcher bekanntlich ein weisses Pulver absetzt, fand Anselmino den Harnstoff nicht, den Fourcroy darin gefunden hatte. An mehreren Theilen des Körpers ist der Schweiss eigenthümlich, was indess auch von dem Secret der Folliculi sebacei herrühren kann. So ist der Schweiss der Achselhöhlen ammoniakalisch und der der Genitalien enthält Buttersäure; endlich riecht die Ausdünstung mancher Thiere und Menschen eigenthümlich, bei Thieren haben indess solche Gerüche häufig in besonderen Drüsen z. B. am After, ihren Grund.

Der Zweck der Hautausdünstung wird aus der Analyse nicht klar, denn die im Schweiss vorkommenden Stoffe kommen auch

in dem Harn vor. Da indess die Hautausdünstung, wie aus Seguin's Versuchen hervorgeht, in dem innigsten Wechselverhältnisse mit den Ingestis und den anderen Excretionen steht, so lässt sich wohl einigermassen begreifen, wie die plötzliche Unterbrechung derselben so grosse Störungen in der thierischen Oekonomie hervorbringt, weil sie auf den Säftezustand und das Gleichgewicht der Vertheilung der Säfte im ganzen Körper zurückwirkt. Wie die Hautausdünstung uns gegen höhere Wärmegrade schützt, ist früher auseinandergesetzt worden. Siehe p. 76. Dass bei der Hautausdünstung nicht bloss von dem Blute verdunstet, was verdunsten kann, sondern dass Ausdünstung und Schweiss wahre Secretionen sind, beweisen die Krankheiten, in denen diese Absonderungen, trotz einer hohen Temperatur der Haut, zuweilen ganz aufgehoben sind, wie in manchen fieberhaften Krankheiten, in welchen der Einfluss der Nerven auf das Hautorgan beschränkt ist. So steht auch die Hautaussonderung in dem engsten Verhältnisse mit der Harnabsonderung. Es scheint zwar vorzüglich das durch die Hautausdünstung entfernt zu werden, was bei der Temperatur des Körpers Gasgestalt annehmen kann, während durch den Urin die mehr tropfbarflüssigen Excreta entfernt werden. Aber diese Secretionen stehen auch in einer Wechselwirkung. Bei einem profusen Harnflusse, wie im Diabetes, ist die Haut trocken. In den heissen Jahreszeiten und Climaten wird weniger durch den Harn und mehr durch die Haut ausgeführt, im Winter und in kalten Gegenden ist es umgekehrt, und dasselbe Wechselverhältniss zeigt sich in den Krankheiten. Aber nicht bloss durch den Antagonismus der Secretionen (p. 470.), sondern noch durch viele andere, theils in der Haut selbst, theils in ihrer Wechselwirkung mit anderen Organen liegende Ursachen wird die Hautabsonderung verändert. In Beziehung auf den Zustand der Haut selbst ist zu bemerken, dass gelinde Hautreize, auf die Haut selbst, wie warme Bäder, applicirt oder von dem Blute aus wirkend (Diaphoretica), die Hautabsonderung vermehren. Befindet sich aber die Haut im Zustande einer zu grossen Reizung, so wird sie roth und heiss und perspirirt nicht, und im Zustande der Entzündung sondert sie, wie in der Regel entzündete Theile, gar nicht ab; daher bewirken ausgebreitete Hautentzündungen durch Störung des Gleichgewichts der Vertheilung der Säfte leicht antagonistische, krankhafte Thätigkeiten, wie Entzündung der Schleimhäute. So hat man bei ausgedehnten Verbrennungen Entzündung der Darmschleimhaut, der Lungenschleimhaut entstehen gesehen, und bei den exanthematischen Hautentzündungen von Ausscheidung einer krankhaften Materie durch die Haut wächst die Befürchtung innerer Entzündungen nicht allein in dem Maasse, als die Ausscheidung der im Blute vorhandenen krankhaften Materie durch die Haut verhindert wird, sondern auch in dem Maasse der Heftigkeit der Hautentzündung, und in dem Maasse, als dadurch die Function der Haut aufgehoben wird.

Die Thätigkeit der Haut hängt hinwieder sehr von dem Zustande des Nervensystems und des Gefässsystems ab.

In fieberhaften Affectionen wird in dem Maasse die Absonderung der Haut und der Schleimhäute vermindert, als der Einfluss des Nervensystems auf die peripherischen Theile gehemmt ist. In anderen, nicht fieberhaften Zuständen dagegen bewirkt eine plötzliche Entziehung des Nerveneinflusses, wie in der Ohnmacht, in deprimirenden Leidenschaften, eine profuse Absonderung eines kalten Schweisses. Die Bedingungen dieser grossen Veränderlichkeit der Hautabsonderung unter verschiedenen Umständen sind noch nicht gehörig physiologisch zergliedert.

### II. Harnabsonderung.

Durch die Harnabsonderung werden theils zersetzte und unbrauchbare Thierstoffe, wie Harnstoff und Harnsäure, die wesentlichsten Bestandtheile des Harns und die für die thierische Oeconomie überflüssigen Salze, theils die zufällig in den Kreislauf gelangten fremdartigen Substanzen im veränderten oder unveränderten Zustande ausgeschieden.

Die Ausscheidung des Harns ist in der Thierwelt sehr verbreitet, selbst die Insecten sondern in den sogenannten Gallengefässen (besser Vasa Malpighiana) Harnsäure ab. Vergl. p. 515. Man hat zwar in ganzen Insecten schon Harnsäure gefunden, wie Robiquet in den Canthariden (*ann. de chim.* 76.), und daraus geschlossen, dass die Harnsäure allgemeiner in dem Insectenkörper verbreitet sey. Aber bei der Untersuchung ganzer Insecten musste man nothwendig die Harnsäure jener Gefässe mit erhalten. Auch bei den Mollusken kömmt die Harnabsonderung vor, bei den Schnecken in dem sogenannten Succus calcareus (*l'organe de la viscosité* Cuvier.), dessen Ausführungsgang neben dem Mastdarm hergehend, sich dicht an dem After ausmündet. Jacobson hat in jenem Organe Harnsäure gefunden. Meckel's *Archiv.* 6. 370.

*Der Harn.* (Nach Berzelius, Woehler und Liebig.)

Der Harn des Menschen ist klar, bernsteingelb und aromatisch riechend; er schmeckt salzig bitter und reagirt stark sauer. Der Harn der Rinder, Pferde, Kaninchen und mehrerer anderer pflanzenfressender Säugethiere ist alkalisch und bei einigen nur ganz frisch sauer. Der Harn der pflanzenfressenden Säugethiere ist trüber und oft fadenziehend, und zersetzt sich nicht so schnell wie der der Fleischfresser. Das specif. Gewicht des Harns des Menschen variirt zwischen 1,005 bis 1,030. In Krankheiten namentlich in der Harnruhr, steigt es zuweilen bis 1,050. Zuweilen trübt sich der Harn beim Erkalten und setzt dann einen grauen oder blassrothen Niederschlag ab, der sich beim Erwärmen wieder auflöst. Nach einigen Tagen riecht der Harn ammoniakalisch und reagirt alkalisch, und bedeckt sich mit einer weissen schleimigen Haut, in der sich, wie auf der innern Seite des Gefässes, kleine weisse Krystalle von phosphorsaurer Ammoniaktalkerde zeigen. Berzelius *Thierchemie.* p. 322.

*I. Wesentliche Bestandtheile des Harns.*

Ausser dem Schleim der Harnwege, der im Harn selten sichtbar ist, enthält der Harn wesentlich nach Berzelius Analyse:

| | |
|---|---|
| Wasser | 933,00 |
| Harnstoff | 30,10 |
| freie Milchsäure } milchsaures Ammoniak } Osmazom in Alkohol löslich } Extractivstoff in Wasser löslich } | 17,14 |
| Harnsäure | 1,00 |
| Blasenschleim | 0,32 |
| schwefelsaures Kali | 3,71 |
| — — Natron | 3,16 |
| phosphorsaures Natron | 2,94 |
| zweifach phosphorsaures Ammoniak | 1,65 |
| Chlornatrium | 4,45 |
| Chlorammonium | 1,50 |
| phosphorsaure Kalkerde und Talkerde | 1,00 |
| Kieselerde | 0,03 |
| | 1000,00 |

1. *Harnstoff. Urea.* Von Cruikshank im Harn entdeckt. Man erhält ihn, indem man den behutsam zur Honigdicke abgedampften Harn mit 4 Weingeist auszieht, und den Weingeist verdunstet, und reinigt ihn durch wiederholtes Auflösen in Wasser oder Weingeist und Krystallisiren. Ueber andere Methoden siehe Gmelin *Chemie.* 4. 1014. Berzelius l. c. p. 349. Die Krystalle des Harnstoffs sind feine seidenglänzende Nadeln, oder lange, schmale, vierseitige Prismen, oder, im unreinen Zustande, Blätter, rein farblos, unrein gelb und braun; er ist ohne Geruch und von kühlendem, salpeterähnlichem Geschmack; er reagirt weder sauer noch alkalisch, in feuchter und warmer Luft zerfliesst er. Bei + 15° Cent. bedarf der Harnstoff weniger als sein gleiches Gewicht Wasser zur Auflösung, von kochendem Wasser wird er in allen Verhältnissen gelöst; er löst sich in 5 kaltem Weingeist; von Gerbestoff wird er nicht gefällt. Bis zu 120° Cent. erhitzt, schmilzt er ohne Zersetzung, noch mehr erhitzt geräth er ins Kochen, und es sublimirt sich kohlensaures Ammoniak, die schmelzende Masse wird nach und nach breiartig, und bei vorsichtig geleiteter Hitze bleibt zuletzt ein grauweisses Pulver übrig, welches Cyansäure ist, die sich auch bei trockener Destillation der Harnsäure sublimirt. Der Harnstoff geht mit Säure und Basen Verbindungen ein, ohne sie zu neutralisiren. Merkwürdig ist, dass Salmiak bei Gegenwart von Harnstoff aus seiner wässrigen Auflösung statt in Octaedern in Würfeln, und Kochsalz statt in Würfeln in Octaedern krystallisirt. Salpetersäure fällt den Harnstoff aus concentrirter, wässriger Lösung, als Verbindung. Der Harnstoff enthält mehr Stickstoff als irgend ein thierisches Product; er besteht nach Prout aus:

| | |
|---|---|
| Stickstoff | 46,65 |
| Kohlenstoff | 19,97 |

Wasserstoff . 6,65
Sauerstoff . 26,65

Woehler hat entdeckt, dass man den Harnstoff künstlich zusammensetzen kann, wenn man frisch gefalltes cyanichtsaures Silberoxyd mit einer Auflösung von Chlorammonium übergiesst. Hierbei verwandelt sich das Silbersalz in Chlorsilber, und statt des cyanichtsauren Ammoniaks, welches sich bilden sollte, entsteht Harnstoff. Auch entsteht er, wenn man cyanichtsaures Bleioxyd mit caustischem Ammoniak behandelt; die so erhaltene Auflösung enthält vor dem Abdampfen noch cyanichtsaures Ammoniak und keinen Harnstoff, und erst nach dem Verdunsten der Auflösung verwandelt sich das Salz in Harnstoff. Woehler hat ferner gefunden, dass sich Ammoniakgas und cyanichtsaurer Dampf zu einer weissen, wolligen, fein krystallinischen Materie condensiren, welche cyanichtsaures Ammoniak ist, die sich aber beim Schmelzen, Kochen oder freiwilligen Verdunsten ihrer Auflösung in Harnstoff verwandelt. So bildet sich auch zuerst cyanichtsaures Ammoniak und aus diesem Harnstoff, wenn man cyanichte Säure mit Wasser oder mit flüssigem Ammoniak behandelt. Endlich entsteht Harnstoff, wenn man Cyangas in Wasser leitet und dieses sich damit zersetzt. Woehler in Berzelius *Thierchemie. p.* 356.

Prevost und Dumas haben die wichtige Entdeckung gemacht, dass sich der Harnstoff im Blute vorfindet nach der Exstirpation beider Nieren, so dass diese Materie im gesunden Blute eben darum nicht gefunden wird, weil sie beständig daraus abgeschieden wird. Nach Exstirpation beider Nieren treten die Zufälle am 3. Tage ein, nämlich braune, reichliche und sehr flüssige Stuhlgänge und Erbrechen, Fieber mit erhöhter Temperatur bis 43° Cent., zuweilen Sinken bis 33°. Der Puls wird klein, häufig und steigt bis 200; das Athmen häufig, kurz, zuletzt schwer. Am 5—9. Tag erfolgte der Tod. Man findet Ergiessung eines hellen Serums in den Hirnhöhlen, die Bronchien voll Schleim, die Leber entzündet, die Gallenblase voll, den Darm voll flüssigen, durch Galle gefärbten Kothes, die Harnblase sehr zusammengezogen. Das Blut der operirten Thiere (Hunde, Katzen, Kaninchen) war wässriger und enthielt Harnstoff, der durch Alkohol ausgezogen wurde. 5 Unzen Blut eines Hundes, der nur 2 Tage ohne Nieren lebte, gaben über 20 Gran Harnstoff, 2 Unzen Katzenblut 10 Gran. *Bibl. univers.* 18. 208. Meckel's *Archiv.* 8. 325. Vauquelin und Segalas haben diese Entdeckung bestätigt. Magendie, *Journal der Physiol.* 2. 354. Meckel's *Archiv.* 8. 229. Das Blut wurde getrocknet, der Rückstand ausgewaschen, das Wasser abgedunstet, der Rückstand mit Alkohol versetzt und diese neue Auflösung wieder abgedunstet. Hierbei ist jedoch die Vorsicht nöthig, das Wasser in der Kälte und in dem durch die Schwefelsäure bewirkten leeren Raum verdunsten zu lassen. So erhielten sie aus dem Blute eines Hundes, dem 60 Stunden nach der Operation die Ader geöffnet wurde, $\frac{1}{400}$ Harnstoff. Diese wichtigen Thatsachen, die auch Mitscherlich mit Gmelin und Tiedemann (*dessen Zeitschr. V.* 1.) bestätigt hat, beweisen, dass die Ablagerung urinöser Flüssigkeiten in

verschiedenen Organen nach aufgehobener Function der Nieren nicht immer eine Folge von in den Harnwegen aufgesogenem Harn ist. Vergl. Nysten *recherches de Chimie et de physiol. pathol. Paris*, 1811. *p.* 263. Meckel's *Archiv.* 2. 678. Wo der Harnstoff gebildet wird, und von welchem Organ aus er im Blute sich verbreitet, ist unbekannt. Man kann jetzt nur die Frage aufwerfen, ob er sich vielleicht in den Lungen bei der durch das Athmen stattfindenden chemischen Veränderung des Blutes, und bei der Bildung edlerer Verbindungen erzeugt. Er kann aber auch in anderen Theilen bei Ausbildung der Säfte aus der genommenen Nahrung entstehen. Es wäre sehr wichtig, zu wissen, ob der Harnstoff nur aus zersetztem, schon vorher ausgebildetem Thierstoffe entsteht, und sich also auch bei hungernden Thieren erzeugt, oder ob er sich aus den Nahrungsstoffen als ein unbrauchbares Product des Verdauungsprocesses erzeugt. Tiedemann und Gmelin haben beobachtet, dass in einem ihrer Versuche mit dem Chylus das dem Osmazom des Chylus beigemischte Kochsalz statt in Würfeln in Octaedern anschoss, während das Kochsalz in anderen Fällen würflig war. Hierbei könnte an den Harnstoff gedacht werden, l. c. p. 2. p. 91. Um diess auszumitteln, müsste man Thiere hungern lassen, dann die Nieren exstirpiren und das Blut auf Harnstoff untersuchen. Bei Vögeln, die Tiedemann und Gmelin mit stickstofffreien Substanzen fütterten, nahm die Quantität des weissen Harns ab. a. a. O. 2. p. 233. Es scheint indess Harnstoff auch ohne alle Nahrung im Blut sich durch Zersetzung von Thierstoff zu bilden; denn Lassaigne hat im Harn eines Verrückten, der 18 Tage hungerte, die Bestandtheile des gesunden Harns gefunden. *Journ. de chim. méd.* 1. 272. Der Harnstoff fehlt im Harn in mehreren Krankheiten, wie in Nervenzufällen, wo der Harn wässrig wird. Es fehlen dann die organischen Stoffe und nur die Salze sind vorhanden. Im Diabetes mellitus enthält der Harn statt Harnstoff Traubenzucker, und jener kommt in dem Maasse wieder, als der Zuckergehalt des Harns sich vermindert. Hier wird der so stickstoffreiche Harnstoff durch eine Materie ersetzt, welche gar keinen Stickstoff enthält. Harnzucker besteht aus 39,99 Kohlenstoff, 6,66 Wasserstoff und 53,33 Sauerstoff. Prout. Beim Diabetes insipidus, wo der Harn keinen Zucker enthält, ist der Harnstoff durch eine andere Materie ersetzt, die, grösstentheils durch Alkohol ausziehbar mit Osmazom übereinkommt. In der allgemeinen Wassersucht des Zellgewebes, die man Anasarca nennt, enthält der Harn in dem Maasse Eiweissstoff und gerinnt über dem Feuer, als Harnstoff darin fehlt. Namentlich wird der Harn eiweisshaltig bei der Bauchwassersucht bei der Bright'schen Degeneration der Nieren. Dagegen hat Marchand Harnstoff schon mehrmal in hydropischen Flüssigkeiten gefunden. Muell. *Arch.* 1837. 440. Eiweissgehalt des Harns mit vermindertem Harnstoffgehalt hat man auch in der chronischen Leberentzündung mit fortdauernder Verdauungsunordnung (Rose und Henry, Meckel's *Archiv.* 2. 642.) so wie gegen das Ende aller abzehrenden Krankheiten bemerkt.

2. *Harnsäure. Acidum uricum.* Man gewinnt die Harnsäure

aus dem Bodensatz des menschlichen Harns oder dem Harn der Vögel und Schlangen durch Auflösung des abgedampften Harns in erwärmtem wässrigem Kali, uud schlägt aus dem Filtrat die Harnsäure durch Salzsäure nieder. (Gmelin *Chemie.* 4. 839.) Die Harnsäure bildet weisse, wenn unrein, gelbliche oder bräunliche, perlglänzende, feine Schuppen, sie ist geschmack- und geruchlos und röthet feuchtes Lackmuspapier, sie braucht nach Prout mehr als ihr zehntausendfaches Gewicht kalten Wassers zur Auflösung, aber etwas weniger kochendes. In Alkohol und Aether ist die Harnsäure unlöslich. Bei der trocknen Destillation wird sie zersetzt, es sublimirt sich zuerst kohlensaures Ammoniak, darauf viel Cyanwasserstoffsäure und braunes Brandol, und zuletzt sublimirt sich eine krystallinische Masse, Woehler's Cyansäure. Zugleich enthält aber auch das Sublimat eine Menge Harnstoff, wie Woehler entdeckt hat. (Poggend. *Ann.* 15. 529. Berzel. *Thierchemie* p. 328.) Die Zusammensetzung der Harnsäure ist nach Prout's 2 Analysen:

| | | |
|---|---|---|
| Stickstoff . . | früher 40,25 | später 31,12 |
| Kohlenstoff . | - 34,25 | - 39,87 |
| Wasserstoff . | - 2,75 | - 2,22 |
| Sauerstoff . . | - 22,75 | - 26,77 |

Der warme Harn enthält weit mehr Harnsäure aufgelöst, als sich in einem gleichen Volum kochend heissen Wassers auflösen kann, was Prout bestimmt hat, die Harnsäure als harnsaures Ammoniak im Harn anzunehmen. Gleichwohl ist die aus erkaltendem Harn niederfallende Harnsäure freie Säure. Nach Duvernoy (*Untersuchungen über den mensch. Urin. Stuttg.* 1835. 8.) wird die Harnsäure durch den Färbestoff des Harns im warmen Zustande aufgelöst erhalten. Der Niederschlag der Harnsäure aus dem erkaltenden Harn ist anfangs pulverig und grau, wird aber nach und nach rosenroth und krystallisirt beim Trocknen. Die röthliche oder ziegelmehlfarbige Färbung der Harnsäure rührt von der grössern Menge des mit der Säure verbundenen Färbestoffs her, bei intermittirenden Fiebern nimmt dieser rohe Färbestoff der sich niederschlagenden Harnsäure zu. Es ist nach Berzelius noch sehr zweifelhaft, ob die rothe Farbe im Bodensatz der fieberhaften Harnarten, wie Prout meint, von eingemengtem purpursauren Ammoniak herrührt (Purpursäure, wird durch Behandlung von Harnsäure mit Salpetersäure künstlich erzeugt). Zwischen dem rohen und absetzenden kritischen Harn fand Duvernoy keinen wesentlichen Unterschied. Beide zeigen vermehrte Säurereaction, röthere Färbung und grössern Harnsäuregehalt. Der kritische Harn unterscheidet sich uur, dass er mehr Harnsäure enthält und sie leichter absetzt. Siehe über alles dies Berzelius *Thierchemie.* 335. und Duvernoy a. a. O.

Liebig und Woehler haben entdeckt, dass der Harnstoff in der Harnsäure in einer eigenen Verbindung praeexistirt, dass wenigstens Harnstoff nebst mehreren Producten aus der Harnsäure ausgeschieden werden kann. Poggend. *Ann.* 41. 561. Sie machten den Versuch, die von ihnen in der Harnsäure supponirte Verbindung durch Einwirkuug einer oxydirenden Substanz zu zersetzen. Harnsäure mit Wasser zu dünnem Brei angerührt

wurde bis fast zum Sieden erhitzt, dann Bleisuperoxyd zugesetzt, worauf sich Kohlensäure entwickelt. Aus der filtrirten farblosen Flüssigkeit setzten sich beim Erkalten farblose oder gelbliche glänzendharte Crystalle ab. Es ist Allantoissäure, diese Substanz, welche man in der Allantoisflüssigkeit der Wiederkäuer findet. Wurde die abgegossene Flüssigkeit eingedampft und erkaltet, so schossen Crystalle von Harnstoff an. Das Bleisuperoxyd selbst ist in eine weisse Masse verändert worden und diese besteht aus oxalsaurem Bleioxyd. Die Producte dieser Zersetzung sind also Allantoissäure, oder richtiger, da diese keine Säure ist, Allantoin, Harnstoff, Oxalsäure und Kohlensäure. Allantoin besteht aus:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . | 30,66 | Atome | 4 |
| Stickstoff . . . | 35,50 | - | 4 |
| Wasserstoff . . | 3,75 | - | 6 |
| Sauerstoff . . . | 30,08 | - | 3 |

Eine Verbindung, die sich auch als zusammengesetzt aus 4 Atomen Cyan mit 3 Atomen Wasser ansehen lässt. Um oxalsaures Ammoniak zu werden, fehlen ihr die Elemente von 3 Atomen Wasser. Alkalien und Schwefelsäure verwandeln das Allantoin in oxalsaures Ammoniak. Nimmt man mit Liebig und Woehler an, dass unter den Zersetzungsproducten der Harnsäure der Harnstoff schon vorgebildet sei und zieht man

von 1 Atom Harnsäure $= C^{10}\ N^{8}\ H^{8}\ O^{6}$ ab
1 Atom Harnstoff $= C^{2}\ N^{4}\ H^{8}\ O^{2}$
so bleiben $C^{8}\ N^{4}\ O^{4}$

Dies sind aber die Elemente von 4 Atom Cyan und 4 Atom Kohlenoxyd. Hiernach stellen sich Liebig und Woehler die Harnsäure als eine Verbindung von Harnstoff mit einem aus Cyan und Kohlenoxyd zusammengesetzten Körper vor, der durch Bleisuperoxyd zerstört und in Oxalsäure und Allantoin umgewandelt wird.

Der Harn der Thiere ist von dem des Menschen häufig durch das Verhältniss von Harnstoff und Harnsäure verschieden. Der Harn der fleischfressenden Säugethiere enthält Harnstoff und Harnsäure. Nach Vauquelin und Boindet (Froriep's *Notizen Nr.* 272.) sollte er keine Harnsäure enthalten, allein Hieronymi hat sie im Harn von Thieren des Katzengeschlechts gefunden. In 100 Theilen Harn waren 13,220 Harnstoff mit Osmazom und freier Milchsäure und 0,022 Harnsäure enthalten. *Jahrb. der Chemie u. Phys.* 1829. 3. 322. Der Harn der pflanzenfressenden Säugethiere enthält Harnstoff, aber keine Harnsäure, an deren Stelle bei den grasfressenden Thieren Harnbenzoesäure in harnbenzoesauren Salzen vorkommt. Der Harn der Vögel enthält sehr viel Harnsäure, die als zweifach harnsaures Ammoniak vorhanden ist; der Harn der fleischfressenden Vögel enthält nach Coindet Harnstoff, allein dieser fehlt in dem Harn der pflanzenfressenden Vögel, welcher saures harnsaures Ammoniak enthält. Im Harn des Strausses beträgt die Harnsäure $\frac{1}{60}$ seines Gewichts. Bekanntlich ist der Vogelharn eine weisse, breiartige Flüssigkeit, welche Farbe von dem harnsauren Ammonium herrührt. Auch der Harn der Schlangen und Eidechsen ist weiss und der der Schlangen sogar bald nach der Ausleerung erdig-hart; er enthält harnsaure Salze, von Kali,

Natron und Ammoniak und etwas phosphorsauren Kalk, aber keine Spur von Harnstoff, den Scholz (Froriep's *Notizen* 13. 119.) auch nicht im Harn der Eidechse fand. Dagegen scheint der Harn der nackten Amphibien und Schildkröten ganz verschieden. Nach J. Davy's Untersuchung des Kröten- und Froschharns enthält dieser sehr wässrige Harn Kochsalz, Harnstoff und ein wenig phosphorsauren Kalk aufgelöst. Nach der Untersuchung einer bedeutenden Menge gelbbraunen Harns, der sich in der Blase einer grossen Testudo nigra (von den Gallopagos-Inseln lebend von Meyen mitgebracht) fand, durch Magnus und mich, enthielt dieser Schildkrötenharn keine Spur von Harnsäure, dagegen 0,1 Proc. Harnstoff und einen braunen, in Wasser und Weingeist, Kali und Salzsäure löslichen Färbestoff. Aus dieser Betrachtung ergiebt sich, dass die Bestandtheile Harnstoff und Harnsäure, wovon der erstere 46, die letztere 40 Proc. Stickstoff enthalten, nicht constant nach der Nahrung der Thiere im Harn variiren. Nur zeigt sich bei den pflanzenfressenden Säugethieren statt der Harnsäure die Harnbenzoesäure, welche nur 7 Proc. Stickstoff enthält. Auch will Chevreul bei Hunden gefunden haben, dass bei anhaltender Pflanzenkost der Harn derselben dem der Herbivoren ähnlich werde, indem er keine Spur von Harnsäure und phosphorsaurem Kalk zeigte. Huenefeld *physiol. Chemie.* 1. 150. Unter den Krankheiten des Menschen ist es besonders die Gicht, wobei der Harn, gewöhnlich saurer und mehr Sedimente bildend, mehr Harnsäure enthält, wie denn auch die in den Gelenken der Gichtkranken entstehenden Knoten harnsaures Natron mit etwas harnsaurem Kalk sind. Bei dem die Gichtparoxysmen begleitenden Fieberzustande nimmt die Säure des Harns, wie in andern Fällen, ab. Berzelius *Thierchemie.* 380. Vergl. Nysten l. c. Auch der Schweiss der Gichtischen und Steinkranken enthält vielleicht Harnsäure.

Alle diese Umstände machen es sehr wahrscheinlich, dass die Quelle der Harnsäurebildung viel tiefer als an dem Ort ihrer Ausscheidung liegt, und dass sie in dem innigsten Verhältniss mit der Art des zugeführten Nahrungsmaterials und der Blutbereitung steht, wie sie sich denn auch im Harn, bei Pflanzennahrung, vermindert.

In der zuckrigen Harnruhr enthält der Harn, nach Woehler, zwar Harnsäure (Berzel. *Jahresb.* 6. 283., nach Wittstock scheint auch Harnbenzoesäure darin zu seyn, wie bei den pflanzenfressenden Säugethieren) aber dieser Harn enthält keinen Harnstoff, sondern statt dessen im Diabetes mellitus Harnzucker (stickstofffrei) und im Diabetes insipidus eine osmazomartige Materie.

Prout hat über die elementare Zusammensetzung von Harnstoff, Harnzucker und Harnsäure folgende Verhältnisse mitgetheilt. *Ann. de chim. phys.* 10. 369. Meckel's *Archiv.* 4. 140.

| Bestandtheile | Harnstoff | Harnzucker | Harnsäure |
|---|---|---|---|
| Wasserstoff . . . | 6,65 | 6,66 | 2,75 |
| Kohlenstoff . . . | 19,97 | 39,99 | 34,25 |
| Sauerstoff . . . . | 26,65 | 53,33 | 22,75 |
| Stickstoff . . . . | 46,65 | | 40,25 |

Nach dieser Aufstellung enthielte der Zucker bei gleicher Quantität Wasserstoff doppelt so viel Kohlenstoff und Sauerstoff, als der Harnstoff, aber keinen Stickstoff.

3. Im Harn der jungen Kinder (?) und der grasfressenden Thiere findet sich auch *Harnbenzoesäure, Urobenzoicum*, als harnbenzoesaures Natron. Diese Säure wird aus dem Harn jener Thiere nach dem Abdampfen durch Vermischen mit Salzsäure gefällt; sie bildet lange, durchsichtige, 4seitige Prismen, hat keinen oder nur schwach bittern Geschmack, röthet feuchtes Lackmuspapier. Nach Liebig ist diese Säure eine eigenthümliche Säure, und nicht bloss eine Verbindung von Benzoesäure und thierischer Materie. Da sie bei der Zersetzung Ammoniak entwickelt, so gehört sie unter die stickstoffhaltigen Materien, Gmelin hat sie als Modification der Benzoesäure noch unter den stickstofffreien aufgeführt. Die Harnbenzoesäure ist in kaltem Wasser schwer löslich, mehr löslich in kochend heissem Wasser; Alkohol löst weit mehr auf, weniger Aether. Sie besteht nach Liebig aus Kohlenstoff 63,032, Wasserstoff 5,000, Stickstoff 7,337, Sauerstoff 24,631.

4. *Milchsäure.* Nach Berzelius ist die Milchsäure ein allgemeines Product der freiwilligen Zerstörung thierischer Stoffe innerhalb des Körpers; sie bildet sich in grosser Menge in den Muskeln, wird vom Blut und dessen Alkali gesättigt, und in den Nieren des Menschen und der Thiere mit saurem Harn abgeschieden. Von ihr rührt hauptsächlich die saure Beschaffenheit des Harns her, obgleich derselbe auch saures phosphorsaures Ammoniak und sauren phosphorsauren Kalk enthält. Berzelius *Thierchemie.* 338.

5. *Salze.* Im menschlichen Harne kommen schwefelsaure und phosphorsaure Salze vor. Berzelius vermuthet, dass die Säuren in diesen Salzen durch die chemische Wirkung in den Nieren entstehen, weil in den übrigen Flüssigkeiten des Körpers nur Spuren von schwefelsauren und sehr wenig phosphorsaure vorkommen, während der Harn sehr viel von beiden enthält; jenes folgt jedoch nicht nothwendig aus diesem. Berzelius vermuthet, dass der im Faserstoff, Eiweiss etc. befindliche Schwefel in den Nieren in Schwefelsäure verwandelt werde, während sich die übrigen Bestandtheile zu Ammoniak, Harnstoff etc. verbinden; dasselbe vermuthet er von dem Phosphor mehrerer festen Theile. Im Harn der grasfressenden Thiere fehlen die phosphorsauren Salze, und statt ihrer sind kohlensaure. Kohlensäuregas ist nicht beständig im Menschenharn aufgelöst, wie Berzelius und Woehler's Versuche beweisen. Die Kieselsäure des Harns scheint vom Trinkwasser herzurühren. Die in den Salzen des Harns enthaltenen Basen sind Kali, Natron, Ammoniak, Kalkerde, Talkerde. Die Salze sind Chlorkalium, Chlorammonium, phosphorsaurer Kalk (im Harn sauer, in den Knochen basisch), und eine geringe Menge Fluorcalcium. Ueber Alles diess, so wie über die zweifelhaften Bestandtheile des Harns, den in wasserfreiem Alkohol löslichen Extractivstoff des Harns siehe Berzelius *Thierchemie*, woraus hier ein kurzer Auszug gegeben ist. Ueber die Variation der Menge der festen Theile des Urins nach der Nahrung,

ohne Rücksicht auf die qualitativen Bestandtheile, hat Chossat eine sehr detaillirte Arbeit (Magendie's *Journal* 5. 65—225.) geliefert, die keines Auszuges fähig ist. Vergl. über den Harn und die Harnbildung die in Meckel's *Archiv* 2. 629—704. gesammelten Aufsätze. Prout, Meckel's *Archiv* 4. 140.

Nysten (l. c. und Meckel's *Archiv*. 2. 648.) hat den Harn nach der Verdauung, Urina chyli, mit dem wasserhellen und geschmacklosen Getränksharn Urina potus, verglichen. Letzterer enthielt 13 Mal weniger Harnstoff als der Verdauungsharn, 4 Mal weniger schwefelsaures, salzsaures, phosphorsaures Natron und Ammonium, 16 Mal weniger Harnsäure. Entzündungsharn (Peritonitis) enthielt 3mal mehr Harnstoff als Verdauungsharn, mehr auflösliche Salze und viel Eiweiss, das im gesunden Harn nicht vorkommt. Im Froststadium eines Fiebers ist die Hautausdünstung vermindert und der Harn wässriger, weniger, wie Berzelius glaubt, weil das Wasser, was mit der Hautausdünstung sonst weggeht, nun mit dem Harn weggeht, denn es wird zur Zeit des Frostes wenig Harn abgesondert. Bei der weitern Entwickelung des Fiebers im Stadium der Hitze wird der Harn dunkler, und nun fängt er an von Quecksilberchlorid gefällt zu werden, welches keinen Niederschlag bewirkt, so lange der Harn seine Säurereaction behält. Je mehr sich der Zustand verschlimmert, um so gesättigter wird der Harn, und er fängt nun an von Alaun und zuletzt auch von Salpetersäure gefällt zu werden, was einen zunehmenden Eiweissgehalt anzeigt. Berzelius *Thierchemie*. 378. Wenn das Fieber vergeht, so stellt sich auf einmal die freie Säure im Harn wieder her, und beim Erkalten setzt er Sediment ab, was man herkömmlicher Weise Crisis durch den Harn nennt. (Doch fand Duvernoy den Fieberharn immer sauer.) Berzelius bemerkt, dass das Sediment keine ausgeleerten Krankheitsstoffe enthält, es ist nur etwas mehr als gewöhnlich von dem rothen Färbestoff, und zuweilen etwas Salpetersäure in unbekannter Verbindung. Bei Fiebern mit regelmässigen Paroxysmen bietet der Harn in jedem Paroxysmus diese 3 Zustände nach einander dar.

*II. Zufällige Bestandtheile des Harns.*

Woehler hat eine Reihe sorgfältiger Versuche über den Uebergang von Substanzen aus dem Darmkanal in den Harn angestellt. Tiedemann's *Zeitschrift. I. Bd.* Die Resultate dieser Versuche sind folgende.

1. Materien, welche sich nicht im Harn wiederfinden lassen: Eisen, Blei, Weingeist, Schwefeläther, Kampher, Dippelsöl, Moschus und die Farbestoffe von Cochenille, Lackmus, Saftgrün und Alcanna. Auch die Kohlensäure findet sich nach dem Genuss kohlensäurehaltiger Flüssigkeiten nicht reichlicher im Harn.

2. Materien, die im veränderten, zersetzten Zustande im Harn vorkommen: blausaures Eisenoxydkali in blausaures Eisenoxydulkali verwandelt, die Verbindungen des Kali und Natron mit Weingeist-, Citronen-, Aepfel- und Essigsäure in kohlensaure Alkalien verwandelt; das hydrothionsaure Kali in schwefelsaures Kali grösstentheils verwandelt; Schwefel geht als Schwefelsäure und Hydrothionssäure in den Harn über, Jod als hydriodsaures

Salz, Kleesäure, Weinsäure, Gallussäure, Bernsteinsäure, Benzoesäure mit Alkali verbunden; daher Sauren gegen Harnsteine gegeben auch fruchtlos seyn müssen.

3. Unverändert gehen in den Harn über: kohlensaures, chlorsaures, salpetersaures und schwefelblausaures Kali, hydrothionsaures Kali (grösstentheils zersetzt), blausaures Eisenoxydulkali, Borax, salzsaurer Baryt, Kieselerdekali, weinsaures Nickeloxydkali, viele Färbestoffe, wie die von löslichem (schwefelsaurem) Indigo, Gummigutt, Rhabarber, Krapp, Campechenholz, rothen Rüben, Heidelbeeren, Maulbeeren, Kirschen, viele Riechstoffe, zum Theil verändert, Terpenthinöl (nach Veilchen riechend), das Riechende von Wachholder, Baldrian, Asa foetida, Knoblauch, Bibergeil, Saffran, Opium, das betäubende Princip des Kamtschadalischen Fliegenschwamms, und im krankhaften Zustande auch fettes Oel. In den Harn kommen übrigens nur aufgelöste und keine körnige Stoffe über. Ueber die unerwiesene Annahme von metastatischem Eiter im Blut und im Harn, siehe oben p. 273.

Die Stoffe, welche nicht in den Harn übergehen, werden entweder durch andere Wege, wie die Ausdünstung, ausgeschieden, als der Kampher, oder werden schon im Darmkanal in einen unauflöslichen Zustand versetzt.

Woehler macht auch darauf aufmerksam, dass die Salze, welche durch den Urin ausgeleert werden, meist auch die Urinabsonderung befördern. In Hinsicht anderer, sogenannter harntreibender Mittel macht er die gewiss von den Aerzten zu beherzigende Bemerkung, dass manche derselben, wie die Digitalis, mit Unrecht in diesem Rufe stehen; denn diese wirkt nach Woehler, indem sie die Ursache der Wassersucht hebt, worauf das Wasser von selbst auf seinem gewöhnlichen Wege abgeschieden wird; so dass in diesem Sinne auch die China, bei Wassersuchten, die auf Wechselfieber folgen, angewandt, ein sogenanntes Diureticum wäre.

Nach den Untersuchungen von Woehler ergiebt sich, dass die Nieren nicht bloss die Bestimmung haben, Harnstoff und Harnsäure abzuscheiden, sondern dass auch alle auflöslichen, nicht flüchtigen und nicht innerhalb des thierischen Körpers zersetzten Stoffe, besonders aber auch das überflüssige Wasser, durch sie ausgeschieden werden. Ist die Wasserausscheidung in den Nieren durch Wasserabsetzung in anderen Theilen, wie in der Wassersucht, verhindert, so wird der Harn eine gesättigtere Farbe von seinem gewöhnlichen Farbestoff annehmen, ohne dass diess etwas mehr, als Ausscheidung von weniger Wasser anzeigt.

Die kohlensauren Alkalien machen den Harn alkalisch, lösen die Harnsäure; ihre Darreichung ist ein ziemlich sicheres Mittel zur Bekämpfung der harnsauren Diathese; da nun die Pflanzensäuren und pflanzensauren Alkalien bei dem Durchgang durch thierische Körper in den Harn in kohlensaure Alkalien verwandelt werden, so sind auch sie mit Erfolg bei der harnsauren Diathese des Harns anwendbar. Doch ist diese Diät nur beim Harngries und kleinen Steinchen wohl anwendbar; denn wenn grosse Steine in der Blase sind, so werden durch einen alkalischen

Harn die erdigen, phosphorsauren Salze im Harn unauflöslich gemacht, und es können sich neue Niederschläge aus diesen Salzen um den Harnstein bilden. Woehler a. a. O. p. 317.

Die Abscheidung des überflüssigen Wassers im Blute scheint ausserordentlich schnell zu geschehen und fast in dem Maass, als das Blut wässrige Flüssigkeiten an einer andern Stelle aufnimmt. Das in den Magen gekommene Getränk wird grösstentheils im Magen schon aufgesogen und gelangt nicht einmal in Masse in den Dünndarm. Eben so schnell wird das gleichmässige Verhältniss der Zusammensetzung des Blutes durch die Ausscheidung des Wassers durch den Harn wieder hergestellt.

Ueber die Zeit des Uebergangs aufgelöster Stoffe aus dem Darmkanal ins Blut und in den Harn siehe oben p. 246. Nach Westrumb geht blausaures Kali schon innerhalb 2—10 Minuten in den Harn über. Stehberger hat bei einem Knaben mit Inversio vesicae urinariae Versuche über die Zeit dieses Ueberganges mit verschiedenen Substanzen angestellt. Tiedemann's *Zeitschrift*. 2. 47.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Färberröthe zeigte sich . . . . . . . . . . | nach | 15 | Min. |
| Indigo . . . . . . . . . . . . . . . . . | — | 15 | — |
| Rhabarber . . . . . . . . . . . . . . . . | — | 20 | — |
| Gallussäure. . . . . . . . . . . . . . . . | — | 20 | — |
| Campeschenholzabkochung . . . . . . . . | — | 25 | — |
| färbendes Princip der Heidelbeeren . . . . . | — | 30 | — |
| — — der schwarzen Kirschen . . . | — | 45 | — |
| adstringirendes Princip der Herba uvae ursi . . | — | 45 | — |
| Pulpa Cassiae fistulae . . . . . . . . . . | — | 55 | — |
| blausaures Eisenoxydulkali . . . . . . . . . | — | 60 | — |
| Roob Sambuci . . . . . . . . . . . . . | — | 75 | — |

Bei allen aus dem Darmkanal in den Darm übergegangenen Substanzen war ein Wendepunkt in ihrer Ausscheidung mit dem Urin zu bemerken. Dieser trat ein:

| | | | |
|---|---|---|---|
| mit Färberröthe . . . . . . . | nach | 1 | Stunde. |
| — schwarzen Kirschen . . . | — | $1\frac{1}{4}$ | — |
| — Indigotinctur . . . . . . | — | $1\frac{1}{4}$ | — |
| — Campeschenholzabkochung . | — | $1\frac{1}{4}$ | — |
| — Rhabarbertinctur . . . . | — | $1\frac{1}{3}$ | — |
| — Herba uvae ursi . . . . | — | $1\frac{3}{4}$ | — |
| — Heidelbeeren . . . . . | — | 2 | — |
| — Gallussäure . . . . . . | — | $2\frac{1}{2}$ | — |
| — Pulpa Cassiae fistulae . . | — | 4 | — |

Das gänzliche Verschwinden der Substanzen im Harn trat ein:

| | | | |
|---|---|---|---|
| bei blausaurem Eisenoxydulkali | nach | $3\frac{3}{4}$ | Stunden. |
| — Indigo . . . . . . . . | — | $4\frac{1}{2}$ | — |
| — Rhabarber . . . . . . | — | $6\frac{1}{3}$ | — |
| — Campeschenholzabkochung | — | $6\frac{3}{4}$ | — |
| — Herba uvae ursi . . . . | — | $7\frac{1}{3}$ | — |
| — Heidelbeeren . . . . . | — | $8\frac{3}{4}$ | — |
| — Färberöthe . . . . . . | — | 9 | — |
| — Gallussäure . . . . . . | — | 11 | — |
| — Pulpa Cassiae fistulae . . | — | 24 | — |

Der Harn sammelt sich in der Urinblase, deren Sphincter,

wie der Sphincter ani in der Regel geschlossen ist. Wenn die Quantität des Harnes grösser geworden ist, wird die Wirkung des Sphincters geschwächt; es entstehen Zusammenziehungen des Grundes der Blase. Wir können indess durch die Wirkung des Musculus pubo-urethralis, und vielleicht auch durch willkührlich verstärkte Zusammenziehung des Sphincters den Harn zurückhalten. Bei der willkührlichen Entleerung des Harnes wird dieser unter Mitwirkung des Zwerchfelles und der Bauchmuskeln, welche die Bauchhöhle verengen, ausgetrieben. Die Contraction der Urinblase ist zwar nicht beständig dem Willen unterworfen; aber bei der allmählig verstärkten Reizung der Blase, vermöge des angesammelten Harnes, scheinen wir einigen willkührlichen Einfluss auf ihre Zusammenziehung zu erhalten. — Erection und Harnlassen schliessen sich aus. Bei der Lähmung des untern Theiles des Rückenmarkes entsteht Incontinentia urinae.

---

Der

# speciellen Physiologie

## Drittes Buch.

---

## Physik der Nerven

---

# Der speciellen Physiologie

# Drittes Buch.

## Physik der Nerven.

---

## *I. Abschnitt.* Von den Eigenschaften der Nerven im Allgemeinen.

### *I. Capitel.* Vom Bau der Nerven.

#### A. Von den Hauptformen des Nervensystems.
(Nach J. Mueller *Nov. act. nat. cur. T. XIV.* und Meckel's *Archiv.* 1828.)

In der Thierwelt zeigen sich hauptsächlich zwei Formen des Nervensystems, die der Wirbelthiere und die der Wirbellosen. Bei den ersteren ist das Gehirn undurchbohrt und läuft in das Rückenmark aus; bei den letzteren stellt das Gehirn immer einen Nervenring dar, durch welchen der Schlund durchgeht, und welcher über dem Schlunde zum Gehirne anschwillt, aber auch unter dem Schlunde eine Anschwellung zeigt, von welcher der übrige Theil des Nervensystems ausgeht, der entweder in einzelnen Nerven besteht, oder, wie bei den Ringelwürmern, Insecten, Crustaceen und Spinnen, einen am Bauche, unter dem Darm verlaufenden, von Stelle zu Stelle in Knoten anschwellenden Strang darstellt. Die Frage, in welcher Art das Nervensystem der Wirbellosen dem der Wirbelthiere zu vergleichen sey, hat schon lange die Anatomen und Physiologen beschäftigt. So haben Ackermann, Reil, Bichat in dem Gangliensystem der Wirbellosen eine Analogie mit dem Nervus sympathicus der Wirbelthiere erkennen wollen, und nach vielfachen hierüber geführten Verhandlungen haben abermals in der neuesten Zeit Serres und Desmoulins diese Analogie zwischen dem Nervus sympathicus der Wirbelthiere und dem Gangliensystem der Wirbellosen aufgestellt. Andrerseits haben Scarpa, Blumenbach, Cuvier,

Gall, J. F. Meckel, jene Analogie mit besseren Gründen verworfen, und die meisten dieser Anatomen haben das Bauchmark der Gliederthiere ohne Weiteres dem Rückenmark der Wirbelthiere gleichgestellt. Meckel und Ph. von Walther äusserten sich sofort bestimmter dahin, dass die Fortsetzung des Hirns in den Rumpf bei den Wirbellosen als Vereinigung des später getrennten Nervensystems, des Rückenmarkes und des Nervus sympathicus der Eingeweide zu betrachten sey, so dass das Nervensystem der Wirbellosen, seiner Bedeutung nach beide Functionen enthaltend, bei den Mollusken sich mehr zu dem Typus des sympathischen Nerven, bei den Gliederthieren mehr zu dem Typus des Rückenmarkes hinneige.

Treviranus und E. H. Weber endlich glaubten die Knoten der Ganglienkette der Gliederthiere nur als Knoten der Rückenmarksnerven anerkennen zu müssen, so dass diese verbunden und verwachsen seyen, die verbindenden Stränge aber lediglich als die ersten Rudimente des Rückenmarks der Wirbelthiere erscheinen.

Diese Streitfrage wird nun entschieden dadurch, dass bei den meisten Gliederthieren, namentlich bei allen Insecten, ausser dem Bauchmarke oder der Ganglienkette der Bauchseite, ein zweites Nervensystem, welches lediglich den Eingeweiden bestimmt ist, vorkommt, und dass dieses Nervensystem, ebenfalls aus einer Reihe von feinen und kleineren Ganglien bestehend, auf dem Darmkanal und besonders auf dem Magen seine grösste Entwikkelung durch feine Geflechte erreicht, mit dem Gehirn aber durch Wurzeln zusammenhängt

Schon Meckel und Treviranus hatten gelegentlich auf eine Analogie zwischen dem von Lyonet und Swammerdam beschriebenen, auf der Speiseröhre verlaufenden, unpaarigen Nervus recurrens und dem Nervus sympathicus hingewiesen. Doch ist dieser von Lyonet beschriebene Nerve nur die einfachste und unausgebildetste Form eines eigenthümlichen Nervensystems, dessen entwickelte Formen ich fast bei allen Ordnungen der Insecten untersucht habe. In seinen ausgebildeten Formen entspringt dieses Nervensystem mit feinen Wurzeln vom Gehirn, und verläuft, auf den Rücken der Speiseröhre sich begebend, zwischen dieser und dem Herzen zum Magen, wo es ein besonderes Geflecht bildet, das von einem ziemlich starken Ganglion entspringt. Bei diesen entwickelten Formen ist der Magen- oder Centraltheil dieses Nervensystems immer stärker als sein oberer Theil, der von kleineren Anschwellungen aus mit dem Gehirne zusammenhängt. Uebrigens zeigt der über dem Darmkanal verlaufende Stamm manche Verschiedenheiten, er verläuft bald einfach und unpaarig zum Magen, wo er sein Knötchen und Geflecht bildet, wie bei Dysticus u. A.; bald sind zwei Stämmchen vorhanden, wie z. B. bei Gryllotalpa. Diese beiden Nerven schwellen hier an dem Muskelmagen zu Knötchen an. Bei dem von mir, in den *Nov. act. T. XIV.*, beschriebenen Exemplar vereinigten sich die beiden Stränge in ein Knötchen, später sah ich beide Nerven mehrmals ganz getrennt und jeden sein Knötchen bilden. Die erstere Varietät sah ich nicht wieder. Durch Brandt's Unter-

suchungen ist die Kenntniss der Eingeweidenerven der Insecten, Crustaceen, Mollusken und Ringelwürmer sehr erweitert worden. Derselbe hat gezeigt, dass es zwei Systeme von Eingeweidenerven bei den Insecten giebt, wovon das eine paarig, das andere unpaarig ist. Beide stehen mit dem Hirn in Verbindung. Das paarige bildet Knötchen auf der Speiseröhre, zuweilen auch jederseits auf dem Magen, das unpaarige ist oft wenig entwickelt, wenn es das paarige ist, und umgekehrt. Ist das unpaarige stark entwickelt, so bildet es einen unpaaren Knoten auf dem Magen. *Mem. de l'acad. de Petersb.* 3. *Ann. d. sc. nat.* 5. 81.

Spuren des Nervensystems finden sich nach Ehrenberg's Entdeckungen schon bei den Infusorien, wenigstens den Räderthieren. Vergl. oben p. 43. Unter den bekannteren Formen des Nervensystems der niederen Thiere kann man folgende Typen unterscheiden.

### *I. Typus der Radiarien.*

**Strahlig peripherische Gliederung, gleiche Theile in der Peripherie eines Centrums.**

Die Urform des Nervensystems ist der Ring, dasjenige, was wir bei den wirbellosen Thieren den Schlundring nennen. In seiner einfachsten Form erscheint er bei den Radiarien; er ist noch ohne Ganglien, ohne Fortsetzung zu einem Markstrange. Gemäss der strahligen Eintheilung und Zusammensetzung des Thiers ist auch die Verbreitung seiner Nervenäste angeordnet. So wenig das Thier in einen gegliederten Leib sich fortsetzt, so wenig kann hier eine Fortsetzung des Schlundrings in einen Markstrang auftreten. Wiederholung derselben thierischen Theile in der Peripherie des Kreises ist hier die Urform des Thieres; unter diesen Bedingungen sind alle Nerven des Schlundrings gleich, keiner ist vorzugsweise Markstrang, kein Theil des Schlundrings vorzugsweise Hirn. Alle die strahligen Aeste eines Nervenkreises, wovon keiner die Priorität hat, sind zusammen dasjenige, was bei den höheren Thieren die Fortsetzung des Schlundrings in den Markstrang ist.

### *II. Typus der Eingeweidethiere, Mollusken.*

**Untergang der Gliederung in einen muskulösen Eingeweidesack.**

In der Abtheilung der Weichthiere oder Eingeweidethiere erleidet diese Urbildung Veränderungen, welche nur den Veränderungen der gesammten Organisation entsprechen. Die Symmetrie des strahligen Typus hat aufgehört, und der Mangel der den übrigen Wirbellosen eigenthümlichen Gliederung ist einer ihrer wesentlichsten Charactere. Das Weichthier ist nur ein Convolut von Eingeweiden, so viel ihrer nöthig sind zum Bestehen einer thierischen Individualität, deren sensible Functionen meist auf ein unbeholfenes Tasten und Fühlen, und eine träge Ortsbewegung hinauslaufen.

Der Schlundring erscheint auch hier als Urform, seine gleichen, strahligen Nerven für gleiche, peripherische Theile hat er mit diesen abgelegt. Es giebt Sinnesnerven, Eingeweidenerven

und Muskelnerven und da die Eingeweide ohne symmetrische Lage und Folge zusammengehalten sind, auch eine successive Reihe ortsbewegender Glieder fehlt, so bedarf es keines gegliederten Nervensystems.

Alle Ausbildung des Nervensystems erscheint hier in der Entwickelung des Schlundringes und seiner Nerven zu Ganglien, welche die Centra für die Ausstrahlung des Nervenmarkes werden. Die Stufen der Ausbildung sind in dieser Sphäre folgende:

1. Obere und untere Anschwellung des Schlundringes (Gasteropoden); seitliche Ganglien am Schlundring mit zerstreuten Anschwellungen der von diesen ausgehenden Nerven (Acephalen).

2. Der Schlundring als massive Hirnmasse, Cephalopoden.

### *III. Typus der Gliederthiere.*

Succession ähnlicher oder gleicher Glieder, mit ähnlichem oder gleichem Inhalte. Längengliederung.

In der Abtheilung der Gliederthiere ist die Wiederholung gleicher oder ähnlicher Theile in der Längenrichtung der Grundcharacter. Das Thier besteht aus einer successiven Gliederung ähnlicher oder gleicher Ringe, welche ebenfalls ähnliche oder gleiche Theile des Gefässsystems, der Eingeweide enthalten. Die Eingeweide sind nicht mehr als ein Convolut durch einen muskulösen Sack verbunden, sie erstrecken sich vorzugsweise in einer Dimension, der Länge, der muskulöse Sack ist in eine grosse Menge einzelner Muskeln für die articulirten Theile zerfallen. Unter diesen Bedingungen müssen sich der Schlundring und seine Knoten wiederholen, als Bauchstrang und Markknoten des gegliederten Leibes. Es gehören hieher die Anneliden, Insecten, Spinnen, Crustaceen.

Bei allen Insecten, Spinnen, Crustaceen und Anneliden scheint übrigens das Gehirn ohne Ausnahme über dem Schlunde zu liegen *) Bei den Insecten tritt ausserdem deutlicher schon das besondere Nervensystem der Eingeweide auf dem Rücken des Darmkanals auf, das auf dem Magen seine grösste Entwickelung erreicht, und mit dem Gehirne und Bauchmarke durch Wurzeln zusammenhängt.

In der Metamorphose der Larve zur Chrysalide und zum vollkommenen Insect schliessen sich mehrere Knoten zusammen, einzelne Knoten verschwinden, andere verschmelzen, nach den Bedürfnissen höher entwickelter Theile. S. oben p. 377.

Bei einzelnen Insecten sind alle Knoten und Schlingen des Bauchmarkes zu einem soliden Markstrange vereinigt, von dem alle Nerven des gegliederten Leibes strahlig ausgehen, und der durch den noch offenen Schlundring mit dem Hirngan-

---

*) Beim Scorpion tritt der Schlund auch durch den Schlundring; aber der hintere oder untere Theil des Gehirns ist grösser als der vordere, was mich früher zu der unrichtigen Ansicht leitete, dass das Gehirn unter dem Schlunde liege. Auch bei den Phasmen ist diess, wo ich es im Jahre 1826 zu sehen glaubte, nicht, sondern nach neuerer Untersuchung wie bei allen Insecten.

glion verbunden ist. So bei dem Nashornkäfer, selbst im Larvenzustande.

Hier sieht man die Strangbildung mit den Knoten in einen einfachen Strang übergehen und es scheint das Gehirn mit dem Rückenmarke in der That morphologisch nicht so sehr von dem Nervensystem der Wirbellosen verschieden. Es bleibt nur jene den Wirbellosen eigenthümliche Bildung, dass der Schlundring der Speiseröhre zum Durchgange dient. Andrerseits sehen wir, dass bei niederen Wirbelthieren an den Ursprungsstellen beträchtlicher Nervenmassen aus dem Rückenmarke die Knotenbildung an diesem wieder erscheint, wovon die mehrfachen Ganglien am Halsmarke der Triglen ein Beispiel geben, wie denn auch die Anschwellungen am Ursprunge der Arm- und Schenkelnerven bei den Schildkröten, bei den Vögeln und Säugethieren hieher gehören.

Auch auf die Gleichstellung des Nervensystems der Mollusken mit dem sympathischen Nerven der Wirbelthiere konnen wir keinen Werth legen. Der Mangel der Ganglienkette bei diesen Thieren ist eine Folge der Abwesenheit des gegliederten Rumpfes. Die Vereinigung dieser Ganglien in eine Kette ist etwas Zufälliges, d. h. nicht im Nervensystem selbst wesentlich Gelegenes, nur von der Gliederung Abhängiges. So kann in der Classe der Gliederthiere, bei dem Untergange oder dem Zurücktreten der gegliederten Bildung, die Ganglienkette durch zerstreute Ganglien der Hirnnerven, in der Art wie bei den Mollusken, ersetzt werden, wie diess bei den Phalangien der Fall ist. Die Ganglien der Mollusken sind daher zum Theil Ganglien der Eingeweidenerven, den Bildungsprocessen bestimmt, andern Theils sind die Hirnnerven und ihre Ganglien, welche in den Bewegungsorganen, wie im Mantel (Sepien), sich verbreiten und der willkührlichen Bestimmung fahig sind, durchaus dasselbe, was bei den Gliederthieren die Muskelnerven der Ganglienkette, und ganz von aller Gleichstellung mit Eingeweidenerven auszuschliessen.

### b. Von dem feinern Bau der Nerven.

*Primitivfasern der Nerven.* Die Nerven bestehen aus kleineren und grösseren, parallel neben einander liegenden Bündeln, welche ein häutiges Neurilem besitzen, in der Länge eines Stranges zuweilen von Stelle zu Stelle zusammenhängen, während die im Innern dieser Bündel liegenden Primitivfasern der Nerven nur parallel aneinanderliegen und sich nicht mit einander verbinden, sondern selbst da, wo die Bündel zu anastomosiren scheinen, nur aus einem Bündel in das andere übergehen, um sich anderen Fasern anzulegen. Die Primitivfasern der Nerven sind sich bei verschiedenen Thieren sehr ähnlich an Form und Stärke; bei keinem Thiere bestehen sie aus aggregirten Kügelchen, sondern immer stellen sie einfache Fäden dar. Nach Krause betragen die Primitivfasern der Nerven des Menschen $\frac{1}{100}$—$\frac{1}{200}$ Par. Lin., nach R. Wagner $\frac{1}{300}$, die des Frosches nach Demselben $\frac{1}{200}$. Indess der Durchmesser dieser Fasern ist ausserordentlich ver-

schieden und oft sind sie sehr viel feiner, besonders die grauen organischen Fasern. Die Capillargefässe verbreiten sich nicht mehr auf den Primitivfasern der Nerven, denn sie sind selbst stärker als diese, und sie gehen mit ihren Netzen nur zwischen diesen Elementarfäden hin.

Fontana scheint der erste gewesen zu seyn, welcher eine ganz richtige Vorstellung von dem feinern Bau dieser Primitivfasern hatte. Fontana *über das Viperngift. Berlin* 1787. 369. Er unterschied an den Primitivfasern eine äussere Röhre und einen festen Inhalt der Röhre, die Röhre ist bei starken Vergrösserungen runzelig, der darin liegende Faden ist glatt, homogen. Es gelang ihm an einzelnen Cylindern die Röhre von dem festen Inhalte abzusondern. p. 369. heisst es: „Die Nerven oder ihre Enden waren im Wasser und ich schob die Spitze der Nadel längs dem Nerven hinunter, um die Cylinder zu zerreissen, oder sie einigermassen von den Ungleichheiten zu befreien, von denen die Rede ist; und in der That gelang es mir endlich einen zu zu sehen, welcher die Gestalt hat, die man in der Fig. 6. sieht. Ungefähr die Hälfte dieses Cylinders bestand aus einem durchsichtigen und gleichförmigen Faden und die andere Hälfte war fast doppelt so dick, nicht so durchsichtig, ungleich, höckerig. Ich vermuthete jetzt, dass der ursprüngliche Nervencylinder aus einem durchsichtigen Cylinder bestände, der kleiner, gleichförmiger und mit einer andern Substanz vielleicht von zellenhäutiger Natur bedeckt wäre. Die Beobachtungen, die ich seit der Zeit machte, bestätigten mich immer mehr in dieser Hypothese, welche endlich eine ausgemachte Wahrheit wurde. Ich habe in vielen Fällen diese beiden Theile gesehen, welche den ursprünglichen Nervencylinder ausmachen. Der eine ist ganz auswärts ungleich und höckerig; der andere ist ein Cylinder, der aus einer besondern, durchsichtigen, homogenen Haut gebildet zu seyn scheint, welche mit einer gallertartigen Feuchtigkeit, die eine gewisse Consistenz hat, angefüllt ist." Fontana stellt dann die ursprünglichen Cylinder in Abbildungen dar, wo sie stellenweise von der Röhre noch bedeckt, stellenweise von der Röhre unbedeckt sind. Mit diesen Beobachtungen von Fontana stimmen die neueren von Remak ganz überein, welcher selbst zuerst auf diese Stelle von Fontana aufmerksam macht. Er sah den Inhalt der Nervenröhren als einen wenig schmälern ganz soliden Faden oder als ein plattes blasses Band, das sich von der leicht runzelnden Röhre in grossen Strecken durch Druck isoliren lässt. Es ist ihm nicht gelungen, eine feine faserige Structur an diesem Band zu erkennen; gleichwohl zersplittert es zuweilen. Muell. *Archiv.* 1837. *p. IV.* Bei der grossen Stärke der sogenannten Primitivfasern der Nerven gegen die viel feinern Elementartheile der Muskeln, des Zellgewebes u. a. Gewebe ist es noch zweifelhaft, ob man den in der primitiven Nervenröhre enthaltenen Faden für das feinste Element der Nerven halten kann. Schwann sah in Fasern von der Dicke der Primitivfasern im Mesenterium des Frosches noch viel feinere Fasern und sie aus jenen hervorgehen. Treviranus sah in manchen Nervenröhren der Länge nach Streifen herablaufen, er sah

sogar deutlich kleinere Elementarcylinder in den sogenannten Primitivfasern, erstere von 0,0013 Mill., letztere von 0,0053 in einem Spinalnerven der Karausche. Beim Kaninchen waren die Elementarcylinder 0,0016, die sie einschliessenden stärkern Cylinder oder sogenannten Primitivfasern 0,0099.

*Hirnfasern.* Fontana hatte zwar Röhren im Gehirn erkannt, die mit einer gallertartigen Feuchtigkeit gefüllt seien, p. 373. aber seine Vorstellung von darmähnlichen Windungen dieser Canäle ist ganz unrichtig. Auf diese Biegungen hat er zu viel Gewicht gelegt; denn die Primitivfasern des Gehirns und Rückenmarks oder die primitiven Röhren desselben laufen mehrentheils ziemlich gerade und die Biegungen entstehen künstlich durch die Vorbereitung zur Untersuchung. Dagegen hat Ehrenberg das Verdienst, den röhrigen Bau der Hirnfasern und ihre Anordnung im Gehirn und Rückenmark sehr genau beschrieben zu haben. Die röhrigen Fasern verlaufen meist gerade und anastomosiren nicht. Nur sehr selten sah man Theilungen (wie zuweilen im Rückenmark). Doch mag es auch im Gehirn öfter vorkommen, da sich die Masse des Stammtheils der Fasern von der Medulla oblongata bis zum Stabkranz offenbar vermehrt. Ueber den Inhalt der zarthäutigen Röhren war man bisher noch nicht ganz im Klaren. Sein Ansehen erscheint mehr gallertartig als fest, einigen erschien er sogar von öliger Consistenz. Nach Remak ist der Inhalt dieser Rohren, wie in den Nerven ein Faden, aber wie die Röhre selbst von sehr viel zarterer Beschaffenheit als in den Nerven. Die primitiven Fasern oder Röhren des Gehirns und Rückenmarks und diejenigen des Sehnerven, Riechnerven und Geruchsnerven haben eine Eigenthümlichkeit vor den Primitivfasern anderer Nerven voraus, welche von Ehrenberg entdeckt wurde. Poggend. *Ann.* XXVIII. *Hft.* 3. *Abhandl. d. K. Akademie d. Wissensch. zu Berlin aus d. J.* 1834. *Berlin* 1836. *p.* 605. Sie erscheinen nämlich bei der leichtesten Compression stellenweise angeschwollen und die Zwischenstellen verdünnt, daher perlschnurartig. Fasern oder Röhren von dieser Beschaffenheit nennt man varicös. Ehrenberg sah solche varicöse Fasern nur im Gehirn und Rückenmark, in den höheren Sinnesnerven und zum Theil im Nervus sympathicus; die stärkeren cylindrischen Fasern, an welchen auch die Wand der Rohre deutlicher ist, sah Ehrenberg in den übrigen Nerven; der Nervus sympathicus zeigte varicöse und cylindrische Fasern zugleich. Es schien anfangs, dass sich nach dieser Verschiedenheit die Nerven würden eintheilen lassen. Allerdings zeigt die Neigung der Röhren Varicositäten zu bilden etwas Eigenthümliches an. Aber sie hängt, wie es scheint, bloss von der grössern Zartheit der Wände der Röhren ab. Auch sind die Primitivfasern im Gehirn, Rückenmark und den höheren Sinnesnerven, ohne Druck untersucht, gleichförmig und ohne Varicositäten und die Fasern der übrigen Nerven zeigen hinwieder zuweilen beim Druck Varicositäten. Treviranus fand im frischen Zustande überall, im Gehirn wie in den Nerven meist gerade, nicht angeschwollene Fasern. *Beiträge zur Aufklärung des organischen Le-*

*bens. Bremen II.* Volkmann sah die varicösen Fasern in den Sinnesnerven nicht constant. *Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Leipz.* 1836. Auch Beobachtungen von Lauth und Remak (Muell. *Arch.* 1836. 145.) liessen erkennen, dass eine Ordnung der Nerven nach der varicösen oder cylindrischen Beschaffenheit der Fasern nicht wohl möglich sei, indem einzelne varicöse Fasern bald häufiger, bald seltener in den verschiedensten Nerven wahrgenommen wurden. Eine und dieselbe Faser zeigte zuweilen stellenweise das varicöse Ansehen und die Nervenfasern junger Thiere sind im Allgemeinen mehr zu dieser Erscheinung geneigt. Zufolge der Beobachtungen von Treviranus, Valentin, Weber sind die Fasern des Gehirns, Rückenmarks, der Sinnesnerven und aller Nerven im ganz frischen Zustande ganz gleichförmig und ohne Anschwellungen, aber man erzeugt sie durch Druck. So leicht man varicöse Fasern im Gehirn und Rückenmark sieht, so ist es mir doch auch oft gelungen, Lamellen mit so geringer Quetschung abzuschneiden, dass die Fasern noch ganz gleichförmig und nicht varicös waren und so sah ich sie auch gleich Anderen im Sehnerven und in der Nervenhaut. Mir schien die Quetschung gerade dann am grössten und nachtheiligsten zu seyn, wenn man zu feine Blattchen von der weichen Substanz des Gehirns abzuschneiden sucht. In der Valvula cerebelli hat man die schöne Gelegenheit ohne Schnitt in einer natürlichen dünnen Platte von Gehirnsubstanz die Fasern zu untersuchen. So untersuchte sie Weber. Indessen bleibt es ein charakteristisches Merkmal der Hirnfasern und Fasern der Sinnesnerven, dass sie so leicht diese Form annehmen. Denn diese Eigenschaft theilen sie mit keinem andern Gewebe und sie kann bei ihrer Definition nicht ausser Acht gelassen werden. Wovon diese von Ehrenberg erkannte Eigenschaft abhange, ist noch nicht ganz klar. Das sehr dehnbare und elastische Rückenmark von Petromyzon fand ich in der Structur sehr abweichend. Es lässt sich leicht in Fäden reissen. Es besteht grossentheils aus bandartig ganz platten dünnen Fäden, deren Breite der Breite der Primitivfasern der Nerven des Ochsen gleicht. Ausser diesen sind noch feinere und andere viel feinere Fasern vorhanden.

*Weisse und graue Bündel in den Nerven.* Est ist bekannt, dass die Bündel der Nervenfasern im Nervus sympathicus meist ein graues Ansehen haben, während diejenigen der Cerebrospinalnerven weiss sind. Aber auch die Cerebrospinalnerven enthalten einzelne graue Bündelchen unter den übrigen weissen Bündelchen, wie man am Nervus Trigeminus der grossen Thiere, z. B. des Ochsen und des Pferdes sehr gut sieht. Diese grauen Bündelchen kommen vom N. sympathicus her und gehen in peripherischer Richtung auf den Cerebrospinalnerven fort, wie auf dem zweiten Ast des Trigeminus vom Nervus vidianus her, auf dem dritten Ast des Trigeminus vom Ganglion oticum her. Man kann es ebenso leicht an den Sacralnerven sehen, welche vom Sympathicus ein feines Bündelchen erhalten. Die Cerebrospinalnerven enthalten also weisse ihnen eigenthümliche Fasern, welche von den vordern und hintern Wurzeln der Hirn- und Rücken-

marksnerven kommen und der Bewegung und Empfindung vorstehen, und ausser den weissen Fasern auch wenigere graue, welche vom Sympathicus oder organischen Nervensystem herrühren und wahrscheinlich den organischen Wirkungen der Nerven vorstehen. Diese Zusammensetzung, welche bereits in der vorigen Auflage dieses Werks aus den Beobachtungen von Retzius und mir für die Cerebrospinalnerven p. 651. erwiesen war, wurde ebendaselbst auch für den Nervus sympathicus wahrscheinlich gemacht, welcher mit beiden Wurzeln der Rückenmarksnerven zusammenhängt und von dort motorische und sensorielle Fasern empfängt, während die Ganglienbildung und das überwiegend graue Ansehen diesem Nerven eigenthümlich ist. Doch ist der Sympathicus an verschiedenen Stellen je nach seiner Zusammensetzung hinwieder sehr verschieden. Der Grenzstrang des Sympathicus und mehrere von ihm abgegebene Nerven sind noch etwas weisslich, gegen die von den grossen Ganglien kommenden Fäden, wie ich bereits in der vorigen Auflage dieses Werks p. 651. bemerkt. Dagegen ist der carotische Theil des Sympathicus vorzugsweise grau, nur aus grauen Fäden besteht zum Beispiel der an den Nervus abducens sich anschliessende Theil des Sympathicus. Auch die vom Ganglion oticum auf den Nervus buccinatorius des Kalbes übergehenden Fäden sind ganz grau; der Nervus tensoris tympani weisslich. Remak hat an vielen Stellen des Sympathicus weisse und graue Bündel neben einander beobachtet, wovon die weissen wahrscheinlich als sensoriell und motorisch von den Cerebrospinalnerven in den Sympathicus eingemischt werden, die grauen aber den organischen Functionen wahrscheinlich bestimmt sind. Die graue Farbe der organischen Nerven rührt von ihren Fasern selbst her, welche sich nach Remak's Beobachtungen durch ihre Structur von den weissen unterscheiden. Die weissen Fasern sind nicht allein viel stärker, bei ihnen ist auch immer der Gegensatz der Röhre und des Inhaltes deutlich, die grauen Fasern sind viel feiner, auffallend durchsichtig und man unterscheidet einen Gegensatz von Röhre und Inhalt nicht, vielmehr ist ihr Ansehen homogen. Ihre Oberfläche ist hier und da mit ganz kleinen zerstreuten Körnchen besetzt. Diese haben Aehnlichkeit mit den Körnchen, womit die Zweigelchen der feinsten Gefässe (z. B. im Gehirn) besetzt sind. Die hinteren sensoriellen und vorderen motorischen Wurzeln der Rückenmarksnerven zeigen nach einer gemeinschaftlichen Beobachtung von Ehrenberg und mir keine Unterschiede der Structur.

*Verlauf und Mischung der Fasern in den Nerven.* Von ausserordentlicher Wichtigkeit ist die Kenntniss des Verlaufs der Primitivfasern in den Nerven; denn so unentbehrlich auch die genaue Kenntniss der Verzweigung der Nerven ist, so handelt es sich zuletzt in der Physik der Nerven nur um die Frage, wo die Primitivfasern, die in einem Bündel enthalten sind, entspringen, und wo sich ihre Enden befinden, und es ist wenigstens für viele Fragen der Physik der Nerven gleichgültig, in welches Bündel diese Fasern hineintreten oder wie bald sie daraus hervortreten,

da sie, wie man bald sehen wird, von Anfang an darin selbstständig und isolirt sind.

Die erste und wichtigste Frage ist, ob, da die Nerven sich vielfach unter sich, und selbst die Bündel eines Nerven von Stelle zu Stelle zusammenhängen, dasselbe von den in diesen Fasern enthaltenen Primitivfasern gilt. Verbinden sich die Primitivfasern unter sich niemals, so steht das Hirnende einer Primitivfaser immer auch nur mit einem einzigen peripherischen Ende im Zusammenhang, und dem peripherischen Ende entspricht nur eine einzige Stelle im Gehirn oder Rückenmark, und so viele Millionen Primitivfasern zu peripherischen Theilen hingehen, so viele peripherische Punkte des Körpers sind im Gehirn repräsentirt. Wenn aber die Primitivfasern theils in den Bündeln der Nerven, theils in den Anastomosen und Plexus zusammenhängen, und nicht bloss juxtaponirt sind: so repräsentirt das Hirnende einer Primitivfaser sehr viele peripherische Punkte, und zwar alle Punkte, deren Fasern unterwegs in einander fliessen. Da nun die Nerven überall sich scheinbar verbinden, so würde, wenn sich auch die Primitivfasern verbänden, fast so gut wie kein einziger Punkt des Körpers im Gehirn isolirt und einzeln repräsentirt werden, und die Reizung einer Primitivfaser in einem Punkte der Haut würde sich auf alle Verbindungen fortpflanzen müssen, d. h. es würde nicht die Empfindung eines Punktes im Gehirn entstehen können. Denn die Empfindung eines Punktes im Gehirn hängt offenbar davon ab, dass da, wo das Bewusstseyn statt findet, auch nur durch Eine Faser und an Einem Ort ein Eindruck geschieht. Man sieht leicht ein, dass, wenn die Anastomosen der Nerven für die Leitung des Nervenprincips dieselbe Bedeutung hätten, als die Anastomosen der Gefässe, gar keine örtliche Nervenwirkung vom Gehirn auf die peripherischen Theile, und von den peripherischen Theilen nach dem Gehirn stattfinden könnte. Die ganze Möglichkeit einer exacten Physik der Nerven hängt davon ab, ob die Primitivfasern der Nerven in den Anastomosen der Bündel oder Scheiden sich wirklich oder nicht verbinden. Schon Fontana und später Prevost und Dumas haben die Beobachtung gemacht, dass die Primitivfasern der Nerven sich in dem Bündel nicht mit einander verbinden, sondern nur neben einander fortgehen. Zu dieser Zeit hat man schwerlich schon eine Ahnung von der Wichtigkeit dieser Beobachtung für die Physik der Nerven gehabt. Vor einigen Jahren, zur selben Zeit, als ich meine Versuche über die motorischen und sensibeln Wurzeln der Nerven bekannt machte, beschäftigte ich mich mit der Untersuchung jener Frage. Natürlich lässt sich immer nur eine Strecke unter dem Mikroskop untersuchen. Durch Fortrücken von Stelle zu Stelle kann man aber eine grössere Gewissheit erhalten, ob solche Verbindungen statthaben oder nicht. Nun ist es mir nie gelungen, bei Beobachtung der auseinandergespreizten Primitivfasern eines Nervenbündelchens auf einem schwarzen Blättchen unter dem einfachen Mikroskop solche Verbindungen zu sehen; immer liefen diese Fasern nebeneinander, übereinander weg, und auch da, wo sich zwei Bündelchen ver-

banden, habe ich keine wirkliche Vereinigung der Fasern, sondern ganz deutlich eine ganz einfache Juxtaposition derselben sehen können. Man kann dieses Verhalten eigentlich schon aus der äussern Beschaffenheit der Nerven vor und nach einer solchen Vereinigung erkennen. Wenn sich die Primitivfasern bei solchen Vereinigungen verbänden, also verschmölzen und also an Zahl geringer würden, so müsste das Bündel, welches aus der Vereinigung zweier hervorgeht, halb so dünn seyn wie beide zusammen; es ist aber in diesen Fällen immer grade so dick wie beide Bündel zusammen (mit einziger Ausnahme des N. sympathicus.) Bilden Nerven einen Plexus, so geht aus dem Plexus, trotz aller Kreuzung der Fasern, doch wieder so viel Nervenmasse hervor, als hereingetreten ist. Eben so verhält es sich bei der Verzweigung der Nerven. Ein Nerve, der einen Zweig abgiebt, wird gerade so viel nach der Abgabe des Zweiges dünner, als Nervenfasern von dem Stamm in den Zweig abgewichen sind; und man kann mit Hülfe der feineren Zergliederung leicht sehen, dass bei der Abgabe eines Zweiges nicht etwa jede Faser selbst sich in 2 Theile theile, wovon der eine in dem Nerven bleibt, der andere in den Zweig übergeht, sondern dass durch die Verzweigung nur die Vertheilung der im Stamm schon vorhandenen Nervenfasern abgeändert wird; deswegen können auch in einem Stamm gar verschiedene Fasern zusammenliegen, empfindliche und motorische, und oft liegen Nervenäste in dem ganzen Stamm schon vorgebildet da, welche mit den übrigen Theilen des Stamms weder eine Verbindung eingehen, noch Aehnlichkeit der Eigenschaften damit besitzen. So z. B. betrachtet man den N. mylohyoideus, einen Muskelnerven, nur ganz roh als einen Ast des N. alveolaris inferior, eines Gefühlsnerven, denn diese beiden Nerven haben gar nichts mit einander gemein, als dass sie beisammen liegen; und so ist es sehr oft. Man sieht hieraus auch ein, dass Identität der Eigenschaften der Bündel in der Natur eines Nervenstammes gar nicht liegt, sondern dass er eher, namentlich in einiger Enfernung von seinem Ursprung vom Gehirn, eine sehr mannichfaltige Juxtaposition von ganz verschiedenen Bündeln seyn kann, je nachdem sich verschiedene Bündel, die zugleich einem Gliede bestimmt sind, an ihn gelegentlich anschliessen.

Mit der eben hier erörterten Ansicht von dem Verlauf der Primitivfasern vom Gehirn bis zu den peripherischen Theilen steht eine Vorstellung im Widerspruch, dass nämlich die Nerven bei ihrem Verlauf an Masse zunehmen sollen; diess ist aber ein Missverständniss, welches von Soemmering herrührt. Allerdings ist ein Nerve dünner, so lange er noch innerhalb der Dura mater liegt, so lange er noch kein Neurilem besitzt. Nachher bleibt er sich gleich, so lange er keine Aeste abgiebt. Die Aeste zusammengenommen sind jedesmal gleich dem Stamm; wenn sich etwa ein kleiner Unterschied zeigt, so kömmt er davon her, dass an den Zweigen zusammen mehr Neurilem vorhanden ist, als an dem Stamme.

Was eben von den Nerven bei ihrer Verzweigung be-

merkt ist, gilt auch von dem Plexus zweier verschiedener Nerven. Ich habe mit aller Mühe vor einigen Jahren die Verbindungen des N. facialis mit dem N. infraorbitalis im Gesicht des Kaninchens und Schafes zergliedert, und mich durch genaue graphische Aufnahme des Verlaufs der Primitivfasern beider Nerven überzeugt, dass sich die Fasern bloss aneinander legen, in neuen Bündeln sich vertheilen. Von diesen Principien betrachtet, muss man sich also die Primitivfasern aller Cerebro-Spinalnerven vom Ursprung bis zum Ende isolirt denken, und als Strahlen von der Achse des Nervensystems ansehen. Genau genommen gehen auch diese Strahlen beinahe in einer Linie jederseits vom Rückenmark aus, nur von Stelle zu Stelle wird bloss eine Summe dieser in einer fast zusammenhängenden Linie entspringenden Fasern in ein Bündel zusammengefasst, wie es nämlich für die Vertheilung derselben an ihre peripherischen Stellen am bequemsten ist.

Diese Ergebnisse eigener Beobachtung habe ich seit Jahren in meinen Vorlesungen vorgetragen; im Jahre 1830 hatte ich Gelegenheit, sie Herrn Professor Schroeder van der Kolk in Utrecht mündlich mitzutheilen, indem ich denselben aufforderte, diese Beobachtungen zu prüfen, jetzt haben diese Ansichten, die mit denen von Fontana und Prevost und Dumas übereinstimmen, durch das Gewicht derselben Beobachtungen von Seiten meines berühmten Collegen Ehrenberg in mir noch mehr sich befestigt. Ausführlich hat über diesen Gegenstand gehandelt Kronenberg *plexuum nervorum structura et virtutes. Berol.* 1836. Das hier Erwähnte gilt übrigens bloss von den weissen Fasern der Cerebrospinalnerven und des Sympathicus. Denn von den grauen Fasern ist es ziemlich wahrscheinlich, dass sie (wenigstens durch die Ganglien) untereinander zusammenhängen.

*Endigung der Nerven.* Ueber die Endigungen der Nerven haben Treviranus, Gottsche, Valentin, Emmert, Burdach d. jüngere und Schwann gearbeitet. Die Hauptfrage ist hier, ob die Nervenfasern sich unter einander verbinden oder isolirt endigen. Entweder biegt eine Nervenfaser regelmässig in eine zweite rücklaufende um, so dass immer zwei schlingenförmig verbunden sind, oder die Fasern verbinden sich zuletzt zu einem Netzwerk nach Art der Blutgefässe, oder die Fasern endigen sämmtlich isolirt und ohne Verbindungen. Das erste Verhalten fanden Prevost, Dumas, Valentin, Emmert an den Muskelnerven, Breschet, Valentin, Burdach an den sensoriellen Nerven; das zweite Verhalten beobachtete Schwann im Mesenterium des Frosches und der Feuerkröte und im Schwanze der Krötenlarven, das dritte Verhalten entdeckte Treviranus, im Auge und Ohr und dasselbe ist von Gottsche bestätigt.

Es scheint, dass Prevost und Dumas die Primitivfasern selbst in den Muskeln nicht untersucht haben. Dagegen beobachteten Valentin und Emmert das schlingenförmige Umbiegen einer Faser in eine zweite rücklaufende in den Muskeln. Valentin *Nov. act. nat. cur. XVIII. p.* 1. 51. Emmert *über die Endigungsweise der Nerven in den Muskeln. Bern* 1836. 4. Dasselbe Verhalten

ist von Valentin auch in der Iris und im Ciliarbande, in der Flasche der Schnecke der Vögel, in den Gehörblättern oder Runzeln der Vogelschnecke, in den Ampullen, im Zahnsäckchen, in der Haut des Frosches beobachtet worden. Breschet sah dies Verhalten in der Schnecke und in den Ampullen und bei seinen früheren Beobachtungen über die Hauptpapillen. Die schlingenförmigen Umbiegungen zweier Fasern in einander sah auch Burdach d. jüngere in der Haut des Frosches und er sah die Schlingen auch zwischen den Fasern verschiedener Zweige gebildet. *Beitrag zur mikroskop. Anatomie der Nerven. Königsb.* 1837.

Es ist nicht sehr wahrscheinlich, dass die starken sogenannten Primitivfasern der Nerven selbst entweder umbiegend oder isolirt die letzten Endigungen in Theilen bilden, deren Primitivfasern selbst viel feiner sind als die sogenannten Primitivfasern der Nerven. Schwann sah viel feinere Elemente an der peripherischen Endigung der Nerven zum Vorschein kommen. Schon im Mesenterium der Frösche hatte derselbe aus den sogenannten Primitivfasern der Nerven sehr viel feinere Fasern hervorgehen gesehen, welche hie und da kleine Knötchen bildeten, von welchen mehrere Aestchen abgingen. Bei weiteren Untersuchungen über die Endigung der Nerven im Schwanze der Krötenlarven hat sich diess Verhalten ganz so bestätigt. Die Nervenfasern, welche hier durch Spaltung von Fasern von der Dicke der gewöhnlichen Primitivfasern zum Vorschein kommen, sind ganz ausserordentlich fein, und besitzen nicht mehr die dunkle röhrige Hülle, welche die gewöhnlichen Primitivfasern umgiebt. Die kleinen Knötchen zeigen sich als ziemlich constante Erscheinung. Die feinern Fasern, welche aus den sogenannten Primitivfasern hervorgehen, geben hier und da wieder noch feinere Fasern ab, die schon vorgebildet waren und es scheint, dass die feinsten Fäserchen, welche theils von andern Fasern, theils von den mikroskopischen Knötchen nach mehreren Seiten abgegeben werden, zuletzt ein zusammenhängendes Netzwerk bilden.

In der Nervenhaut des Auges und im Ohr endigen die Nervenfasern isolirt und ohne Verbindungen. Fontana kannte bereits die Nervenfaserschicht der retina und die darauf liegende innere sogenannte Körnerschicht. Diese Haut besitzt auch eine äussere Körnerschicht, welche aus pflasterartig zusammengesetzten Körnern besteht. Die Nervenfasern liegen also in der mittlern Schicht. Treviranus (a. a. O.) hat entdeckt, dass die Fasern dieser Schicht an einer gewissen Stelle ihres Verlaufs von der horizontalen Richtung abbiegen und sich nach der inwendigen Seite der Netzhaut wenden. Gleich nach der Umbiegung geht der Cylinder durch die Oeffnungen eines Gefässnetzes, welches von den Centralvenen des Sehnerven entspringt. Bevor er zur inwendigen Seite der retina gelangt, dringt er durch ein zweites Gefässnetz, das von den Zweigen der Centralarterie gebildet wird. Nach dem Durchgang durch das letztere wird er von einem scheidenförmigen Fortsatze des Gefässblattes der Netzhaut aufgenommen und von diesem bedeckt, endigt er sich hinter dem Glaskörper in der Form einer Papille. Der Querdurchmesser des Ner-

vencylinders der retina war beim Igel 0,001 Mill., bei Kaninchen die Papillen 0,003, bei Vögeln 0,002—0,004, beim Frosch hatten die Cylinder 0,0044, die Papillen 0,0066, letztere bei der Karausche 0,0039—0,004. Die Körperchen, welche Treviranus für Umbiegungen der Nervenfasern hält, sind kurze Cylinder, welche sehr leicht von der darunter liegenden Schicht abbrechen. Sie sind an ganz frischen Augen von Thieren leicht zu beobachten und von Gottsche, Ehrenberg, Volkmann, Weber sowohl, als auch von mir selbst wiedergesehen. Ob aber jeder Körper das Ende nur einer Faser ist, oder ob mehrere auf einer Faser aufsitzen, ist noch nicht hinreichend klar. Einige Stunden nach dem Tode lassen sich diese Körperchen schon nicht mehr untersuchen; man sieht an ihrer Stelle nur Körner, welche die frühere unrichtige Ansicht von einer innern Körnerschicht der retina erzeugt haben. Die Papillen der stabförmigen Körper scheinen nur bei den Fischen deutlich zu seyn und sind hier von Gottsche beschrieben. Gottsche in Pfaff's *Mittheilungen aus dem Gebiete der Medicin, Chirurgie und Pharmacie.* 1836. *Heft* 3. 4. *Heft* 5. 6. Vergl. *über die Beobachtungen von Anderen den Jahresbericht. Archiv* 1837.

Treviranus fand die Papillarendigung der Nervenfäden nicht bloss in der Netzhaut, sondern auch an dem Hörnerven und Riechnerven. Die Papillen sind hier mehr fadenförmig. Die Papillen des Hörnerven sah er auf dem Spiralblatte der Schnecke bei jungen Mäusen. Der knöcherne Theil ist mit gedrängt an einander liegenden fadenförmigen Papillen ganz bedeckt. Zum häutigen Saum der Platte gehen die Nervencylinder unter der Oberfläche der Haut mehr vereinzelt und dringen, nachdem sie in den Kanälen, worin sie enthalten sind, spiralförmige Windungen gemacht haben, äusserlich aus kleinen Oeffnungen als Kügelchen von 0,0016—0,0033 Mill. hervor. Die Cylinder des Hörnerven selbst hatten dieselbe Dicke. Beim Fuchs fand Treviranus, dass die Nerven der Bogengänge bei ihrem Eintritt in die Ampullen dieser Canäle sich auf beiden Seiten der Ampulle in eine Platte ausdehnen, worin ihre Cylinder sich in feinere Cylinder auflösen und woraus diese zu neuen stärkeren Cylindern vereinigt wieder hervortreten. Gottsche fand die letzten Enden der Nerven der Schnecke beim Hasen und Kaninchen und die Endigungen des Hörnerven bei den Fischen auch kolbig. Ich sehe auf der Spiralplatte der Vogelschnecke, die Windischmann beschrieben auch isolirte Fasern ohne Verbindung. Die Hauptmasse des Schneckennerven trifft hier auf den einen Rand des Schneckenknorpels und spreitzt sich hier sehr regelmässig an der Substanz des Knorpels aus. So weit dieses geschieht, kommen sehr viel feinere Fasern vom Knorpel her, und setzen dicht und parallel nebeneinander durch den grössern Theil der Breite des höchst zarten Spiralblättchens.

Die Endigung der Hirnfasern ist von Valentin untersucht worden. Die ins Rückenmark eintretenden Primitivfasern der Nerven endigen nicht im Rückenmark, sondern setzen sich nach dem Hirn hin fort. Die am Ende des Rückenmarkes eintretenden Fasern verlaufen nach vorn, die seitlich von den höheren

Nerven kommenden Fasern dagegen gehen zuerst transversal nach innen bis zur grauen Substanz oder bis in deren Nähe, dann setzen sie sich ebenfalls in longitudineller Richtung gegen das Gehirn fort. In der rein weissen Substanz liegen diese Fasern nebeneinander, wo aber die graue und weisse Substanz einander berühren, nehmen sie die hernach zu erwähnenden Kugeln der grauen Substanz zwischen sich und strahlen zuletzt in die Rindensubstanz. Hier bilden sie bogenförmige Umbiegungen einer Faser in eine andere. Man sieht diese am deutlichsten, wo die weisse und grauröthliche Substanz sich mit einander verbinden oder in der gelben Substanz an der Peripherie der Hemisphären des grossen und kleinen Gehirns.

*Graue Substanz des Gehirns, Rückenmarks und der Ganglien.* Im Innern der Ganglien der Wirbellosen (Blutegel, Wegschnecke) beobachtete Ehrenberg Keulenkörper. Im Innern der Ganglien des Blutegels bilden diese Keulen 8 Bündel, von denen je zwei in die vier Schenkel des Ganglions durch lange cylindrische Röhren austreten. Diese Keulen enthalten in ihrem angeschwollenen Theile einen Kern, beim Blutegel ausser diesem noch mehrere kleine Kügelchen (nach der Abbildung). Aehnliche Körper hat Valentin in den Ganglien des Bauchstranges des Blutegels beschrieben. Er sah Kugeln, die wie die Ganglienkugeln der höheren Thiere, einen Kern besitzen. In diesem Kern liegt an einer Stelle dicht an der Oberfläche ein röthliches grösseres und bisweilen mehrere kleinere Körperchen. Purkinje beobachtete ähnliche geschwänzte Körper in der gelben Masse zwischen Rinden- und Marksubstanz des kleinen Gehirns. Diese Körper haben einen hellen Kern und einen diesem entsprechenden kleinen nucleus auf der Oberfläche. Sie stehen reihenweise nebeneinander, ihre abgerundeten Enden nach innen gegen die weisse Substanz, ihre schwanzförmigen Verlängerungen dagegen nach aussen gegen die Rindensubstanz hin richtend. Ich vergleiche damit gewisse keulenförmige, einen Kern enthaltende Korper, die ich in der medulla oblongata der Cyclostomen (Petromyzon in Weingeist) gefunden. Sie waren aber hier eigenthümlich gebildet. Denn ihr dickeres Ende war selten rundlich, meist zackig; es lief an den meisten in mehrere, bald 2, bald 3 oder 4 Zacken aus, deren Stellung zu einander und Form sehr variirte. Muell. *Arch.* 1837. *XVII.*

Die Elemente der Ganglien in den Nerven der höheren Thiere und des Menschen bestehen nach Valentin's Beobachtungen aus ziemlich grossen Kugeln, welche sich von den genannten Keulenkörpern nur durch ihre mehr rundliche Gestalt unterscheiden, sonst aber auch einen Kern und in der Circumferenz desselben einen zweiten kleineren Kern, oft auch Pigmentflecke auf ihrer Oberfläche enthalten. Ein oder mehrere Faserbündel, welche in das Ganglion eintreten, bilden innerhalb desselben Plexus durch Vertheilung der Fasern in anderer Ordnung und treten wieder aus, ausserdem umspinnen einzelne Primitivfasern oder Bündel von Fasern von allen Seiten die Ganglienkugeln in darmähnlichen Windungen. Die umspinnenden Fasern gehen von den Fasern

des Stammes ab und kehren dahin zurück. So verhalten sich in der That die Ganglienkugeln im Allgemeinen, wie man leicht constatiren kann.

Im Gehirn und Rückenmark ist die graue Substanz nach Valentin ganz aus denselben Kugeln, wie die Ganglien der Wirbelthiere gebildet. Die feinkörnige Beschaffenheit entsteht erst durch die Zertrümmerung der weichen Kugeln. Der einzige Unterschied zwischen den Kugeln der grauen Substanz des Gehirns und den Ganglienkugeln ist, dass das sie umkleidende Zellgewebe viel zarter ist. Die weisse Substanz des Gehirns enthält nach Valentin keinerlei Kugeln oder Kügelchen. Diese entstehen nur durch die Zerstörung der Fasern. Von der Einlagerung der grauen Kugelmasse hängt es ab, in wie weit Theile des Gehirns von der Farbe der weissen oder faserigen Substanz abweichen; wo die Zahl der Primitivfasern überwiegt, wird die Masse mehr weisslich grau, wo diess weniger der Fall ist, grauröthlich; die dunklern Hirnfarben entstehen durch Pigment deposita auf den Kugeln.

Im Rückenmark giebt es zweierlei graue Substanzen, wie Rolando entdeckt hat. Die gewöhnlich so genannte graue Substanz im Rückenmark nennt Rolando substantia cinerea spongiosa vascularis. An der hintern Seite der hintern Hörner dieser Substanz liegt eine Leiste ganz grauer Substanz, substantia cinerea gelatinosa von Rolando. *Saggio sopra la vera struttura del cervello. Edit. 2. T. 2. Torino* 1828. *Tab. 3. Fig. 2. 3. sp.* Die erstere enthält nach Remak die grossen oben beschriebenen Ganglienkugeln und viele Fasern, die letztere dagegen enthält Körperchen, welche den Blutkörperchen des Frosches ähnlich sind. Dieselbe Structur hat die Fortsetzung der substantia cinerea gelatinosa in der medulla oblongata, wo sie zu Tage kömmt. Auch an einigen Stellen des grossen Gehirns beobachte Remak diese Structur.

Eine wichtige Frage ist, ob die grossen Kugeln der grauen Substanz im Gehirn und in den Ganglien ohne weitere Verbindungen sind. Gewisse Zacken, die man hie und da von diesen Kugeln unter glücklichen Umständen ausgehen sieht, machen eine Verbindung der Kugeln unter sich oder mit Fasern wahrscheinlich. Ich habe zuerst solche Zacken an den keulenförmigen Körpern in der medulla oblongata der Petromyzon gesehen. Remak sah sie bald darauf auch an den Kugeln der grauen Substanz des Gehirns und an den Ganglienkugeln. Er sah nicht nur Fäden, welche von der Oberfläche einer Ganglienkugel abgehen; es gelang ihm, sie zuweilen auf eine Länge zu isoliren, welche diejenige der Kugel mehrfach oder vielfach übertrifft. Dergleichen Fäden der Ganglienkugeln haben einige Aehnlichkeit mit den feinen grauen Fäden, welche Remak im Ganglienнerven beobachtet hat, und wenn letztere, welche die grauen Bündel des Sympathicus bilden, organische Fasern sind, so wird es einigermassen wahrscheinlich oder wenigstens vermuthlich, dass die grauen Fasern der organischen Nerven daraus entspringen.

*Vertheilung der weissen und grauen Fasersysteme in den Cerebrospinalnerven und im Nervus sympathicus.* Vorher schon wur-

den die Thatsachen erwähnt, aus welchen hervorgeht, dass in den Cerebrospinalnerven ausser der Hauptmasse der sensoriellen und motorischen weissen Fasern, welche von den hintern und vordern Wurzeln des gemischten Nerven entspringen, auch sparsamere graue organische Bündel enthalten sind. Auch wurde angeführt, dass der Nervus sympathicus nicht bloss graue organische, sondern auch einzelne weisse Bündel enthält, und zuletzt wurde als wahrscheinlich hervorgehoben, dass die grauen Fasern von besonderer Structur von den Ganglienkugeln entspringen, welche im Nervus sympathicus so häufig in dessen Ganglien sind, in den Cerebrospinalnerven aber seltener vorkommen, wo der Nervus sympathicus sich stärker einmischt, wie am Knie des Facialis, am zweiten und dritten Ast des Trigeminus. Man sieht jetzt, dass der Sympathicus sich nur relativ von den anderen Nerven unterscheidet. Die gemischten Hirn- und Rückenmarksnerven enthalsen viel sensorielle und motorische Faserbündel und wenig graue Bündelchen, welche letztere zur Bildung von Ganglien geneigt sind, der Sympathicus enthält weniger sensorielle und motorische Elemente, die er von den hinteren und vorderen Wurzeln der Nerven hat, dagegen enthält er viele graue organische Fasern, gemäss seiner Verbreitung in Theilen, welche vorzugsweise der chemischen Veränderung der Säfte dienen. Daher sind die Ganglien in diesem Nerven so häufig, während sie an den Cerebrospinalnerven (ausser den regelmässigen Ganglien der hintern Wurzeln) selten und eben nur da vorkommen, wo eine lebhafte Einmischung der grauen organischen Bündel vom Sympathicus in die Cerebrospinalnerven geschieht.

*Eintheilung der Ganglien.* Die Ganglien der Nerven lassen sich in 3 Classen bringen.

*I. Ganglien der hinteren Wurzeln der Rückenmarks- und Gehirnnerven, Ganglion der grossen Portion des Nervus trigeminus, Ganglion Nervi vagi, Ganglion jugulare superius Nervi glossopharyngei.*

Die hier aufgeführten Ganglien haben mit einander gemein, dass sie einem Gefühlsnerven gehören; es wird aus den späteren Untersuchungen sich ergeben, dass die hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven nur sensibel, nicht motorisch sind. Unter den Ganglien der Rückenmarksnerven zeigt das Ganglion des ersten Rückenmarksnerven zuweilen, das der beiden letztern immer Anomalien in Hinsicht seiner Lage. Das erstere liegt zuweilen noch innerhalb der Dura mater. Mayer *Nov. act. nat. cur. V. XVI.* Die beiden letzten, sehr zarten Rückenmarksnerven haben ihre Ganglien nach Schlemm's Entdeckung immer noch innerhalb der Dura mater. Mueller's *Archiv für Anatomie und Physiologie.* 1834. *I.* In dem Verhältniss, wie die hintere Wurzel zur vorderen Wurzel der Rückenmarksnerven, steht aber auch die Portio major nervi trigemini, die in das Ganglion Gasseri anschwillt, zur Portio minor, die an dem Ganglion vorbeigeht. Goerres (*Exposition der Physiologie. Coblenz* 1805. 328.) verglich zuerst den N. vagus und accessorius der hintern und vordern Wurzel eines Rückenmarksnerven. Jedenfalls muss das Ganglion nervi vagi im Foramen jugulare als Ganglion ei-

nes Empfindungsnerven angesehen werden, wenn auch bei einigen Thieren mehrere Fasern des Vagus an diesem Knoten vorbeigehen. Santorini beobachtete in einigen Fällen eine hintere Wurzel des Nervus hypoglossus (ohne Ganglion) und Mayer (a. a. O.) hat die Entdeckung gemacht, dass bei mehreren Säugethieren (Ochse, Hund, Schwein) eine überaus feine hintere Wurzel des N. hypoglossus vorhanden ist, welche von der hintern Fläche der Medulla oblongata entspringt, über den N. accessorius weggeht und ein deutliches Ganglion über dieser Stelle bildet, ohne mit dem N. accessorius zusammenzuhängen. Aus diesem Ganglion geht ein dickerer Nervenfaden hervor, welcher durch eine Oeffnung in dem ersten Zahn des Ligamentum denticulatum hindurchgeht (oder, wie wir es neulich sahen, über dem ersten Zahn des Lig. denticulatum weggeht), um sich zur bekannten Wurzel des N. hypoglossus zu begeben. Diese hintere Wurzel und das Ganglion hat Mayer bis jetzt nur einmal beim Menschen gefunden.

An diese Beobachtung schliesst sich eine von mir beim Menschen gemachte Beobachtung an. (*Medizin.* (*Vereins-*) *Zeitung. Berlin,* 1833. *Nr.* 52.) Ich habe nämlich an der Wurzel des N. glossopharyngeus des Menschen (ausser dem Ganglion petrosum am untern Ende des Foramen lacerum), ein ganz kleines Ganglion beobachtet, welches an der hintern äussern Seite der Wurzel dieses Nerven, am obern, der Cavitas cranii zugewandten Anfang des Foramen lacerum liegt. Man sieht dieses Knötchen von 1 Millimeter Länge erst, wenn man die Dura mater an der Durchgangsöffnung weggenommen und den hintern Rand des Felsenbeins abgemeisselt hat. Es gehört nicht der ganzen Wurzel an, sondern einem Bündelchen von einigen Fäden derselben, welches, nachdem es durch das Ganglion gegangen, stärker geworden scheint, übrigens aber keinen, von den übrigen Wurzelfäden des N. glossopharyngeus verschiedenen Ursprung hat. Ehrenritter hatte dieses Knötchen zuerst entdeckt. (*Salzb. med. Zeit.* 1790. *B.* 4. *p.* 319.); aber er hat das nähere Verhältniss zu den Wurzelfäden des Glossopharyngeus nicht gekannt, und ich zeigte, dass die Wurzelfäden des Nerven, die einen mit Ganglion, die andern ohne Ganglion sich wie die Wurzeln des N. trigeminus verhalten, und dass der Nerve wie der trigeminus ein gemischter nach Analogie der Rückenmarksnerven ist.

Das seit älterer Zeit schon bekannte Ganglion petrosum N. glossopharyngei scheint die Bedeutung der Ganglien der Empfindungsnerven nicht zu haben und mehr mit denjenigen Anschwellungen überein zu stimmen, welche zuweilen entstehen, wenn Aeste des N. sympathicus sich mit anderen Nerven verbinden, wie z. B. die geringe Anschwellung des N. facialis am Knie desselben hierher gehört, wo er den Ramus petrosus superficialis N. vidiani aufnimmt. In der That verbindet sich das Ganglion petrosum mit einem aufsteigenden Aste des Ganglion cervicale supremum, und durch den Ramus tympanicus Ganglii petrosi mit dem Ramus carotico-tympanicus N. sympathici.

Die Structur dieser Ganglien ist von derjenigen der Gan-

glien des Nervus sympathicus nicht wesentlich verschieden; aber man sieht hier deutlicher den unveränderten Durchgang der pinselförmig zwischen die Kugeln der Ganglienmasse eintretenden Fasern. Die eigentliche Bedeutung der Ganglien der Empfindungswurzeln ist noch nicht bekannt. Vielleicht sind von dort die organischen Fasern des Sympathicus abzuleiten, welche diese Knoten dann mit den hinteren Strängen des Rückenmarks in Verbindung setzen würden. Die sensoriellen und motorischen weissen Fasern des Sympathicus stehen mit der vordern und hintern Wurzel der Rückenmarksnerven in Verbindung. Es fragt sich demnach, ob die hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven sowohl die sensoriellen als die organischen Fasern mit dem Rückenmark verbinden. Eine Hauptquelle der organischen Fasern scheint übrigens in den Ganglien des Sympathicus selbst zu liegen. Der Grenzstrang des Sympathicus ist verhältnissmässig viel weisser als die von den grossen Unterleibsganglien ausgehenden Bündel. Die Frage, ob sich in den Ganglien der hinteren Wurzeln und im Ganglion Gasseri die Zahl der Fibern vermehre, lässt sich mit den bisherigen Gründen nicht beantworten. Allerdings gehen die weissen Fasern nur in anderer Ordnung durch. Aber von den Ganglienkugeln können graue Fasern entspringen, wie man in der That weiss, dass vom Ganglion Gasseri graue Bündel auf die Aeste des trigeminus mit fortgehen. Vergl. Wutzer's treffliche Schrift *de gangliorum fabrica. Berol.* 1817.

*II. Ganglien des Nervus sympathicus.*

Das Verhalten der Nervenfasern in diesen Knoten ist so schwer zu enthüllen, dass wir davon noch gar keine sichere Kenntniss haben. Hier wie überall kömmt es in letzter Instanz auf die Hauptfrage an, ob die Primitivfasern sich wirklich verschmelzen, oder auch bloss juxtaponiren, und theilweise kreuzen mit andern, oder ob die Primitivfasern nur in der peripherischen Richtung sich theilen, um sich darin zu multipliciren. Wenn irgendwo eine Multiplication der Fasern in den Ganglien anzunehmen ist, so ist es gewiss am ehesten in den Ganglien des N. sympathicus, wenigstens scheinen die in den Unterleibsgeflechten sich entwickelnden Primitivfasern, die nun sich peripherisch verbreiten, schwer auf die Wurzeln des N. sympathicus von den Rückenmarksnerven sich zu reduciren. Aber diese Multiplication wird, wenn sie stattfindet, nur auf die feinen organischen grauen Fasern zu beziehen seyn. Denn man weiss, dass sich die gewöhnlichen Primitivfasern in den Ganglien des Sympathicus wie in den Ganglien der hinteren Wurzeln verhalten. Die Ganglien des N. sympathicus bilden wieder zwei Reihen. Die erste umfasst die Grenzknoten, welche da liegen, wo die Wurzeln des N. sympathicus von den Cerebral- und Spinalnerven kommen, sich zum Grenzstrang verbinden. In diese Reihe gehören alle Ganglia cervicalia, intercostalia, lumbalia, sacralia des Nervus sympathicus. In die zweite Reihe der Ganglien des Nervus sympathicus gehören die Centralknoten oder Geflechtknoten, plexusartigen Knoten in den Geflechten des Unterleibes.

*III. Ganglien an den Cerebrospinalnerven, wo sich dieselben mit Zweigen des Nervus sympathicus verbinden.*

Hierher gehören das Ganglion petrosum N. glossopharyngei die Intumescentia gangliiformis am Knie des N. facialis, das Ganglion sphenopalatinum am zweiten Aste des N. trigeminus, das Ganglion ciliare, vielleicht auch oticum und noch einige andere. Nicht überall, wo Fäden des N. sympathicus mit Fäden der Cerebralnerven zusammenstossen, entstehen Ganglien an den letztern; diess ist vielmehr nur ein seltener Fall, denn bei der grossen Anzahl der Ursprünge des N. sympathicus von Cerebral- und Spinalnerven befinden sich doch an der Abgangsstelle dieser Fäden von den Cerebral- und Spinalnerven in der Regel keine Knoten. Wie kömmt es aber, dass in den oben erwähnten Fällen bei dem Zusammenkommen von Fäden des N. sympathicus mit Cerebralnerven gangliöse Anschwellungen an den letzteren entstehen? Diess scheint mir daher zu rühren, dass in jenen Fällen an der Stelle, wo die gangliöse Anschwellung liegt, nicht Zweige der Cerebralnerven vom Gehirn ab zum N. sympathicus, sondern vom N. sympathicus an die Cerebralnerven stossen, welche Fäden nicht bloss der Richtung zum Gehirn am Cerebralnerven, sondern in peripherischer Richtung an diesem fortgehen. Wäre diese Bemerkung durchgreifend, so hätte man, wenn ein Cerebralnerve nicht an seiner Wurzel, sondern in seinem weitern Verlaufe bei Verbindung mit dem N. sympathicus eine Anschwellung zeigte, an dieser Anschwellung ein Kennzeichen, dass die an die Cerebralnerven tretenden Fäden des N. sympathicus keine Wurzeln des letztern, sondern Beimengungen des N. sympathicus zum Cerebralnerven sind. So ist das Ganglion ciliare eine Vermengung von Fäden des N. trigeminus (Radix longa a N. nasali), des N. oculomotorius (Radix brevis a N. oculomotorio), und des N. sympathicus, eine Vermengung, welche zum Zweck hat, nicht neue Wurzeln des N. sympathicus zu geben, sondern Fäden des N. sympathicus mit den sensibeln Fäden vom 1. Act des N. trigeminus und den motorischen Fäden vom N. oculomotorius in die Ciliarnerven zu bringen. Eben so verhält es sich mit dem Ganglion sphenopalatinum am zweiten Aste des N. trigeminus, welches, da der N. sympathicus durch Fäden vom Ganglion oticum aus nach Bendz schon mit dem Stamm des N. trigeminus im Ganglion Gasseri Verbindungen eingeht, nicht bloss Wurzeln des N. sympathicus abzugeben, sondern Fäden vom N. sympathicus zur peripherischen Verbreitung mit dem zweiten Aste des N. trigeminus aufzunehmen scheint. In der That hat Retzius diese Fäden des N. sympathicus, welche vom Ganglion sphenopalatinum aus in den zweiten Ast des N. trigeminus peripherisch fortlaufen, beim Pferde deutlich gesehen und beschrieben. *Isis.* 1827. Dasselbe sah ich beim Ochsen. Das Ganglion petrosum N. glossopharyngei ist, wie ich oben zu zeigen gesucht habe, nicht das gewöhnliche Ganglion eines Empfindungsnerven, da das höher am N. glossopharyngeus liegende, von mir beobachtete Ganglion jugulare die Bedeutung eines solchen hat, sondern entsteht durch die Verbindungen von mehreren Zweigen des N. sympathicus mit dem N. glosso-

pharyngeus. Bis jetzt lässt sich die fragliche Ansicht noch nicht ganz durchführen, sondern nur als einen Anhaltpunkt zu einer künftigen Entscheidung der Frage gebrauchen, welche von den vielen Verbindungen des N. sympathicus als Wurzeln desselben, und welche als peripherische Zweige desselben, als Abgabe an die Cerebralnerven zu betrachten sind.

Sollte es sich bestätigen, dass die bei den Verbindungen von Zweigen des N. sympathicus mit Zweigen der Cerebralnerven zuweilen vorkommenden Ganglien an blossen Verbindungsstellen und nicht an Ursprungsstellen des N. sympathicus liegen, so würde diese dritte Art von Knoten noch keine besondere Classe bilden, sondern nur in den Bereich des N. sympathicus gehören, und unter die zweite Art der Knoten zu subsumiren seyn; dann würde man dreierlei Knoten des N. sympathicus besitzen.

1. Die Centralknoten, Geflechtknoten oder plexusartigen Knoten in den Geflechten des Unterleibes.

2. Die Knoten des Grenzstranges, welche jedesmal an den Verbindungsstellen der verschiedenen Wurzeln des N. sympathicus liegen.

3. Die Verbindungsknoten des N. sympathicus an Verbindungsstellen desselben mit Zweigen von Cerebralnerven, welche die letzteren und nicht den N. sympathicus modificiren.

## *II. Capitel.* Von der Reizbarkeit der Nerven.

Im Anfange dieser Schrift sind die Gesetze der thierischen Reizbarkeit im Allgemeinen untersucht worden. Siehe oben p. 51.

Diese Eigenthümlichkeit der organischen Körper ist auch den Nerven eigen, und die allgemeinen und verschiedenen Kräfte der Nerven kommen überall durch Reize zur Erscheinung. Die Aufgabe des Physiologen ist aber, nicht allein die Gesetze dieser allgemeinen Eigenschaft zu ergründen, womit sich Brown und seine Nachfolger leider allein beschäftigt haben; sondern die eigenthümlichen Kräfte, welche gereizt werden können, selbst zu untersuchen, und hier hat sich der Physiologie ein ganz grosses und neues Feld der Empirie eröffnet. Um die Kräfte der Nerven kennen zu lernen, müssen die Wirkungen aller möglichen Reize auf dieselben studirt werden. Auf diese Art erwirbt die Physiologie eine ähnliche empirische Zuverlässigkeit, als die Physik und Chemie der unorganischen Körper. Die Reagentien erzeugen in den chemischen Wirkungen nur Producte, Combinationen, Trennungen; in den organischen Körpern und insbesondere auf die Nerven angewandt, bringen sie, so verschieden sie auch seyn mögen, nur Erscheinungen der vorhandenen Kräfte und Veränderungen dieser Kräfte hervor, und es wird sich zeigen, dass alle Einflüsse, welche auf die Nerven wirken, entweder reizen oder die Reizbarkeit selbst verändern; im ersten Falle wirken alle Reize, so verschieden sie sind, auf dieselbe Art, und die verschiedensten Ursachen haben gleiche Wirkung, weil das, worauf sie wirken, nur einerlei reizbare Kraft besitzt, und weil die

verschiedensten Dinge nur in der gleichen Eigenschaft als Reize einwirken.

### I. Ueber die Wirkung der Reize auf die Nerven.

Alle Reize, sowohl die inneren organischen als die unorganischen, wie die chemischen, mechanischen, caustischen, elektrisch-galvanischen, bewirken, auf empfindliche Theile und empfindliche Nerven angewandt, Empfindungen, so lange die Nerven mit dem Rückenmarke und Gehirn in unversehrter Verbindung stehen. Alle diese verschiedenen Reize verhalten sich darin gleich; in einem gewissen Grade angewandt, bewirken sie nur Erscheinungen der Empfindung, im höhern Grade angewandt, bewirken sie Veränderungen der Empfindungskraft selbst. Alle Reize, sowohl die inneren organischen als die unorganischen, wie die chemischen, mechanischen, caustischen, elektrisch-galvanischen, bewirken, auf Muskelnerven oder Muskeln selbst applicirt, Zusammenziehung der Muskeln, in welche sich der gereizte Nerve verbreitet, und diese erfolgt, wenn der Reiz auf einen Nerven applicirt wird, der mit dem Gehirn zusammenhängt, sowohl, als wenn derselbe schon vom Gehirne oder Rückenmark getrennt ist. Die Nerven haben daher durch ihre Reizbarkeit die Eigenschaft, Zuckungen zu erregen in den Muskeln, worin sie sich verbreiten; sie thun diess, so lange jene leben und nach dem Tode ihre eigene Reizbarkeit dauert. Zu den Zusammenziehungen der Muskeln von Application der Reize auf die Nerven selbst ist es nöthig, dass das gereizte Nervenstück bis zum Muskel unversehrt ist, wenn auch die Verbindung dieses Nerven mit dem Gehirn oder Rückenmarke aufgehoben ist. Anderseits bewirken alle Reize in einem ganzen oder verstümmelten Nerven Empfindung, so lange noch das gereizte Stück des Nerven eine unversehrte Verbindung mit dem Rückenmarke oder Gehirn hat.

1. *Mechanische Reize.*

Jede Art mechanischen Reizes, Zerrung, Druck, Stechen, bewirkt in den Empfindungsnerven unter den schon erwähnten Bedingungen Empfindungen, so lange die Nervenkraft nicht durch die Heftigkeit der Einflüsse (Druck) selbst aufgehoben wird. Die Empfindung erfolgt, wenn man die Nervenenden oder die Aeste, oder den verkürzten Stamm mechanisch irritirt, so lange die Verbindung mit dem Rückenmarke und Gehirn stattfindet. In den Gefühlsnerven des Rumpfes und ihren Theilen bewirken mechanische Reize nur Empfindungen des Gefühls, nämlich Schmerz, Tastgefühl, in dem Gesichtsnerven und der Markhaut dagegen nach Magendie's Beobachtung kein Schmerzgefühl, sondern wie Jeder weiss Lichtempfindung, wie beim Druck und Schlag auf das Auge. In den Gehörnerven bewirkt der mechanische Eindruck, wie das Zittern der schallleitenden Medien und die mechanische Erschütterung des Kopfes und Ohrs beim langen Fahren Tonempfindung; dagegen scheint dieser Nerve kein Schmerzgefühl zu haben.

Eben so wenn man einen Muskelnerven mit der Nadel zerrt, sticht, quetscht, anzieht und dehnt, erfolgt jedesmal Zusammenziehung des Muskels, und zwar so heftig, als irgend ein galvanischer oder elektrischer Reiz Muskularcontraction bewirken kann. Der mit den Muskeln zusammenhängende Theil des Nerven behält diese Kraft, so sehr man ihn auch verkürzt; dagegen erfolgen niemals Zuckungen, wenn man das andere Ende der durchschnittenen Nerven, welches mit dem Rückenmarke und Gehirn zusammenhängt, mechanisch irritirt.

Die Bewegungen, welche von den mit Cerebral- und Spinalnerven versehenen Muskeln abhängen, sind auf den mechanischen Reiz dieser Muskeln oder ihrer Nerven bloss Zuckungen, die so lange dauern, als der Reiz dauert; in den Muskeln dagegen, welche vom Nervus sympathicus abhängen, wie am Magen, Darm, Uterus, Ductus choledochus, Ureter, Harnblase, sind die Bewegungen, die auf mechanischen Reiz der Muskelfasern erfolgen, keine Zuckungen, sondern anhaltend, und dauern sehr viel länger als der Reiz dauert. Das Herz reagirt auch viel länger als der Reiz dauert, und der Rythmus der Schläge verändert sich auf lange Zeit, wenn man das Herz nur vorübergehend mechanisch reizt. Es ist daher eine empirisch festgestellte Eigenschaft der dem N. sympathicus unterworfenen Muskeln, dass die Reaction viel länger als der Reiz dauert, während in den animalischen Muskeln die Reaction grade so lange als der Reiz dauert, und oft schon aufhört, wenn der Reiz noch anhält.

Wenn mechanische Reize sehr heftig wirken, so dass die zarte Substanz der Primitivfasern leidet, so wird die Fähigkeit der Nerven, Empfindungen zu erregen, dadurch aufgehoben, sobald die leidende Stelle zwischen dem Gehirn und dem Reiz ist; auch wird ein Muskelnerve unfähig durch jede Art von Reizung Bewegungen zu veranlassen, sobald der Nerve zwischen der Stelle der Reizung und dem Muskel gedrückt, gequetscht wird, und es ist eben so gut, als ob der Nerve durchschnitten würde. Die Empfindungskraft des Nerven wird daher durch jede mechanische Zerstörung des Nerven zwischen Gehirn und Reizung, die motorische durch jede mechanische Zerstörung zwischen Reizung und Muskel unterbrochen. Allein die mechanische Zerstörung durch Druck lähmt nur örtlich die Kraft der Nerven, und ein Nerve hat Empfindung noch an jeder andern Stelle zwischen der Quetschung und Gehirn, und erregt Bewegungen bei Reizung jeder andern Stelle des Nerven zwischen der Quetschung und dem Muskel. Wenn man aber einen Muskelnerven in seiner ganzen Länge ausdehnt, so verliert dieser Nerve oft seine Reizbarkeit in seiner ganzen Länge, und selbst der Muskel hat zuweilen seine Contractionskraft auf jede Art der Reize verloren.

2. *Temperatur.*

Die Wärme und die Kälte erregen auch Empfindungen und Muscularcontractionen.

Wenn man einen Muskelnerven oder den Muskel selbst brennt, so erfolgen Contractionen desselben; diese sind ausserordentlich heftig, wenn man den Nerven durch die Flamme eines

Lichtes brennt, diess habe ich sowohl bei Fröschen als Kaninchen gesehen; kleine Wärmegrade, wie z. B. ein erwärmtes Stück Eisen, wirken auf die Muskelnerven nicht so heftig, dass Muscularcontraction erfolgt.

Dass die Kälte eben so wirkt, zeigt bereits die ältere Beobachtung, dass sogleich heftige Contractionen in einem Muskel erfolgen, wenn man kaltes Wasser in die Arterie des Muskels einspritzt; auch kaltes Wasser auf die Oberfläche eines Muskels gegossen, erregt Contraction. Von dieser Wirkung hat man auch bereits Anwendung in der practischen Medizin gemacht, indem man bei Atonie des Uterus und Gebärmutterblutflüssen nach der Geburt kaltes Wasser in die Gefässe der noch anhängenden Placenta einspritzt. So erfolgen auch consensuelle Zusammenziehungen der Iris, wenn man kaltes Wasser in die Nase schlürft. Grosse Kälte- und Wärmegrade zerstören übrigens, mögen sie schnell oder allmählig wirken, die Nervenkraft, und es erfolgt Tod oder Scheintod. Sehr allmählige Zunahme der Wärme und Kälte kann die Reizbarkeit latent machen, so dass Winterschlaf und Sommerschlaf bei gewissen Thieren erfolgt. Siehe oben p. 90.

Die rein örtliche Zerstörung der Nervenkraft durch Kälte und Wärme wirkt, wie die rein örtliche Zerstörung derselben, durch mechanische Ursachen. Ein überaus heftiger Grad von künstlicher Kälte zerstört, eben so wie die Hitze, die Empfindungs- und Bewegungskraft in den entsprechenden Theilen. Allein alle andere Stellen der Nerven behalten ihre Reizbarkeit, und der am Ende verbrannte Muskelnerve bewirkt Zuckungen, wenn er zwischen der verbrannten Stelle und dem Muskel gereizt wird, wie ich mich an Fröschen und Kaninchen überzeugte.

3. *Chemische Reize.*

Alle chemischen Reize wirken auf die Empfindungskraft der Nerven, so lange diese noch mit dem Gehirn und Rückenmarke unversehrt in Verbindung stehen. Die Alkalien bewirken auch Zuckungen, wenn sie auf die Nerven applicirt werden; viele andere Reagentien, besonders die Säuren und die Metallsalze, bewirken dagegen, auf die Nerven applicirt, keine Spur einer Zukkung, sondern nur dann, wenn sie auf die Muskeln selbst angewandt wdrden, so z. B. die mineralischen Säuren, Schwefelsäure, Salpetersaure, Salzsäure, Sublimat, salzsaures Antimonium, auch Alkohol. Alle diese Mittel zerstoren sogleich im concentrirten Zustande die Kräfte der Nerven, und machen sie unfahig von anderen Reizen irritirt zu werden, hinter der Stelle, wo die Berührung mit den Reagentien stattfindet; dagegen behalten die Nerven ihre motorische Kraft zwischen der chemischen Zerstörung und dem Muskel. Alle die genannten Mittel zerstören auch das Muskelfleisch, bewirken aber im Moment des Contactes Zuckungen, die beim Alkohol am schwächsten sind, die ich aber doch einigemal bei Kaninchen beobachtet habe. Dagegen bewirken Alkalien oft die heftigsten Zuckungen, sobald sie auf die Nerven applicirt werden, oft viel heftigere als der

Galvanismus eines einfachen Plattenpaars. Bei der Application von Kali causticum auf einen Nerven sah ich wie v. Humboldt die heftigsten, anhaltenden Zuckungen in allen Muskeln entstehen, die von diesem Nerven Aeste erhalten. A. v. Humboldt hat das Zittern 40—50 Secunden beobachtet. Derselbe beobachtete auch, dass die Zuckungen erfolgen, wenn vorher um den Nerven eine oder mehrere Ligaturen gelegt worden. A. von Humboldt *Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. Posen, 1797. II. Bd. p.* 363. Hier geschah die Fortleitung des Alkali's durch die Ligaturen. Durch die Säuren sah Humboldt keine Zuckungen entstehen; die einzigen Substanzen, welche auf die Nerven applicirt nach Humboldt Zuckungen erregen, sind Kali, Natron, Ammonium, (Opium?), salzsaure Schwererde, oxydirter Arsenik, Brechweinstein, (Alkohol, oxygenirte Salzsäure?) Von beiden letzteren habe ich keine Zuckungen gesehen, wenn sie auf den Nieren allein applicirt wurden, auch nicht von Opium, wenn es rein, als wässrige Auflösung, applicirt wird. A. v. Humboldt hat die Tinctur angewandt, bei welcher vielleicht der Weingeist wirkte, obgleich auch in einem Versuche von mir Opiumtinctur unwirksam war. Auch durch das Blut bewirken reizende Mittel Nervenreizung. Man weiss, dass Brechmittel, ins Blut eingespritzt, eben so wirken, wie wenn sie in den Darmkanal gelangen, so erregen Brechweinstein und salzsaure Schwererde, bloss in Wunden gestrichen, Erbrechen. Scheel *nordisches Archiv* 2. St. 1. *p.* 137. Magendie *sur le vomissement. p.* 16. 30. Brodie *philos. transact.* 1812.

4. *Elektrische Reize (nach* J. Mueller *in dem encyclop. Wörterb. der medic. Wissenschaften).*

Die Elektricität bewirkt in den Nerven dieselben Reactionen, wie die mechanischen und chemischen Reize. Durch mechanische Zerrung der Nerven erhält man die Empfindung eines Schlages in dem Nerven, wie man beim Anstossen an den N. ulnaris erfährt; dasselbe fühlt man bei einer elektrischen Entladung durch einen Nerven. Man darf diese Empfindung nur als Gefühl betrachten, und nicht die Ursache, die Elektricität, mit der Reaction des Nerven verwechseln. Die Empfindung des Schlags ist nicht die Action der Elektricität, sondern die Action des Nerven, welcher bei jeder heftigen Veränderung in dem Zustand seiner kleinsten Theile diese Empfindung hat, mag diese nur durch thierische Reize oder durch mechanische Einflüsse, oder durch Elektricität erzeugt seyn. Die Entdeckung der galvanischen Elektricität im Jahre 1790 hat Gelegenheit gegeben, durch Application des elektrischen Reizes auf einzelne Nerven die Reizbarkeit derselben mehr zu prüfen, obgleich man in diesem wichtigen Agens nicht ein den Nerven ähnlich wirkendes Fluidum, sondern nur einen neuen Reiz zu der Zahl der bekannten Reize der Nerven kennen gelernt hat. Heterogene Metalle und viele andere heterogene, selbst thierische Substanzen gerathen bei der Berührung in elektrische Spannung, die, wenn eine Leitung durch einen leitungsfähigen Körper zwischen den beiden Elektromotoren stattfindet, d. h. wenn die Kette geschlossen wird, sich ausgleicht und die

gewöhnlichen, der Elektricität eigenen Erscheinungen bewirkt, wenn sich ein Reagens für die Elektricität in der kettenartigen Verbindung findet. Wird ein Froschschenkel oder irgend ein anderer muskulöser Theil eines Frosches oder frisch getödteten anderen Thieres von dem Rumpfe abgelöst, die Muskeln von den häutigen Theilen befreit und der Nerve frei herauspräparirt, so dass er durch seine Aeste mit den Muskeln noch organisch zusammenhängt, der so präparirte Schenkel auf eine isolirende Glasplatte gelegt und zwei heterogene Metallplatten, z. B. Zink und Kupfer, unter sich und zugleich mit dem Muskel und Nerven in Berührung gebracht, so erfolgt im Moment der Schliessung, oft auch bei der Trennung dieser Kette eine Zuckung des Muskels. Diese erfolgt auch, wenn beide Metalle unter sich in Contact stehend den Nerven zugleich berühren, oder wenn beide den Muskel allein berühren. Auf diese Art angestellt, gelingt der galvanische Versuch jedesmal. Viele andere Modificationen desselben unter einfacheren Bedingungen, deren Kenntniss wir den grossen Verdiensten Aldini's, Pfaff's, Ritter's, vor Allen Alex. von Humboldt's verdanken, gelingen aber nur bei grosser Reizbarkeit der Frösche vor der Begattungszeit, in der kältern Jahreszeit nach dem Winterschlaf, nicht im Sommer, wohl aber nach meinen Beobachtungen wieder im Herbst, wenn die Witterung wieder kälter zu werden beginnt. Diese einfacheren Versuche sind gerade für die Theorie der Erscheinungen die wichtigsten. Es sind folgende:

1) *Versuche ohne Ketten.* Bei einer grossen Reizbarkeit der Frösche ist es nach Alex. von Humboldt's Entdeckung hinreichend, dass zwei heterogene oder selbst zwei homogene Metallstücke sich berühren, von denen eines allein den Nerven berührt, ein Fall, wo gar keine Kette gebildet wird; ja es erfolgen in seltenen Fällen bei einer sehr grossen Reizbarkeit des Froschschenkels selbst Zuckungen, wenn bloss der Nerve mit einem einzigen homogenen Metalle berührt wird — ein Fall, der zwar ungemein selten sich ereignet, den ich aber selbst schon beobachtet habe. Pfaff (Gehler's *physikal. Wörterbuch. IV.* 2. *p.* 709.) sah bei sehr reizbaren Individuen Zuckungen, wenn er bloss mit dem abgeschnittenen Ende des Nerven die Oberfläche von Quecksilber herrührte. Ich sah das Phänomen mehrmals, wenn ich mit der Spitze einer Scheere, die ich in der Hand hielt, oder mit einer Zinkplatte, die also an beiden Enden verschieden erwärmt waren, den Nerven berührte. Man kann diesen Erfolg theils durch die Annahme eines geringen chemischen Unterschiedes in dem scheinbar homogenen Metalle, theils durch die Annahme eines Wärmeunterschiedes in demselben auf den Erfolg heterogener Metalle reduciren, da es nach den neueren Entdeckungen bekannt ist, dass selbst ein homogenes Metall durch die geringsten chemischen Unterschiede, oder durch verschiedene Erwärmung an seinen Enden in elektrische Spannung geräth. Lässt man den Nerven auf ein Metall herabfallen, so erleichtert diess die elektrische Erregung, vielleicht mehr durch die Schnelligkeit der Mittheilung als durch die Erschütterung. Die letztere ist

ohnehin nicht die Ursache der Erscheinung, da das Herabfallen des Nerven auf Glas und Stein ohne Erfolg ist, wie die Versuche von Humboldt, Ritter und Pfaff lehren.

2) *Versuche mit kettenartiger Verbindung.* Auch die Versuche mit der Kette sind bei sehr grosser Reizbarkeit bedeutender Vereinfachung fähig, wobei jedoch bemerkt werden muss, dass diese einfachen Versuche nur in kälterer Jahreszeit, Winter, Frühling und Herbst, gelingen. So erfolgen in seltenen Fällen, wie von Humboldt entdeckt hat, Zuckungen, wenn die Glieder der Kette bloss thierische Theile sind, oder wenn sie thierische Theile und ein einfaches Metall sind, indem die heterogenen Metalle durch heterogene thierische Theile ersetzt werden.

a. Indem ein einziges Metall und Nerve und Muskel des Froschschenkels die Kette bilden. Dieser Fall ist mir im Frühling vor der Begattungszeit der Frösche und im Spätherbst sehr oft und leicht gelungen. Legte ich den Nerven des Schenkels auf eine Zinkplatte und verband Nerven und Schenkelmuskeln durch eben diese Zinkplatte, indem ich die Zinkplatte den Schenkelmuskeln näherte, so entstand oft eine Zuckung. Noch leichter gelang dieser Versuch, wenn die Zinkplatte, worauf der Nerve des Schenkels lag und der Muskel durch ein Stück von einem Frosche verbunden wurden; oder man nimmt in eine Hand eine Zinkplatte, berührt mit dieser den Nerven und, indem man mit seinem eigenen Körper die Kette schliesst, mit der andern Hand den Froschschenkel.

b. Indem der Schenkelnerve und seine Schenkelmuskeln mittelst feuchter thierischer Theile verbunden werden. Bei sehr reizbaren Froschschenkeln kann man Zuckungen erregen, wenn man zwischen dem herauspräparirten Nerven und seinem Muskel ein getrenntes Stück Muskelfleisch, das an einem isolirenden Griff von Siegellack befestigt ist, einschiebt und beide berührt, wie Alex. von Humboldt entdeckte und ich mehrmals wieder sah. Complicirter ist der von mir angestellte Versuch, dass man zwischen dem Nerven des präparirten Froschschenkels und dem Unterschenkel die Kette schliesst mittelst beider Hände durch seinen eigenen Körper, oder durch einen oder zwei lebende Frösche, oder durch einen oder zwei todte Frösche, oder durch Stücke eines Frosches. Stücke von einem todten faulenden Frosche sind selbst zur Schliessung der Kette bei hinreichender Reizbarkeit hinreichend; man erlangt denselben Erfolg, wenn man, wie ich that, den Schenkelnerven, der am Unterschenkel heraushangt, in ein Schälchen mit Blut oder Wasser (gleichviel) legt, und das Wasser und die Oberschenkelmuskeln mit einem Stück frischen oder faulen Muskelfleisches verbindet.

c. Auch wenn nicht die Muskeln des Froschschenkels, sondern nur ihr Nerve sich in der Kette befindet, kann durch einen blossen thierischen Bogen Zuckung bewirkt werden, wie von Humboldt zeigte. Er berührte den Cruralnerven (N. ischiadicus) mit seiner einen Hand und mit einem Stückchen Muskelfleisch, welches er in der andern Hand hielt, denselben Nerven, worauf

Zuckung entstand. Wurde statt des Muskelfleisches ein Stück Elfenbein genommen, so blieben die Zuckungen aus.

d. In den seltensten Fällen erfolgen selbst kleine Zuckungen, wenn der Nerve gegen den organisch mit ihm verbundenen Muskel umgebogen und der letzte mit dem Nerven berührt wird.

Die ersten Phänomene dieser Art hat von Humboldt gesehen. A. von Humboldt zog einem Frosch die Haut ab und präparirte ihn so, dass der Rumpf mit den Schenkeln nur durch die entblössten ischiadischen Nerven zusammenhing. Es entstanden heftige Zuckungen, als er das Muskelfleisch der Lende leise gegen den ischiadischen Nerven zurückbeugte. (*Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser. I.* 32.) Um diesen Versuch richtig zu verstehen, muss man wissen, dass von Humboldt unter Froschlenden immer das Schenkelfleisch, unter Ischiadnerv die Stämme der Nerven für die unteren Extremitäten über dem Becken, unter Cruralnerven dagegen den Hauptnerven für die untern Extremitäten (N. ischiadicus) am Schenkel selbst versteht. (Am angeführten Ort p. 35. Note.) A. von Humboldt's Versuch bestand also darin, dass er zwischen dem Becken und dem Ende des Rückenmarks alle Theile ausser den Nerven wegnahm, so dass der Rumpf mit den untern Extremitäten nur durch die Stämme der Nerven für dieselben zusammenhing, und dass von Humboldt nun das Muskelfleisch des Schenkels gegen jene Stämme der Nerven nach vorwärts umbeugte. Schon Volta hatte bei einem ähnlichen Versuche von Galvani eingeworfen, dass die erfolgende Zuckung bloss von der Zerrung des Nerven abhänge, also nicht unter die galvanischen Phänomene gehöre. Nach meiner Beobachtung ist diess auch in diesem Humboldt'schen Versuche der Fall: die Zuckung erfolgte öfters schon lange, ehe der entblösste Schenkel die Stämme der Spinalnerven berührte. Diese Zerrung des Nerven ist auch nicht wohl zu vermeiden, da der N. ischiadicus sich um den hintern Theil des untern Beckenendes herumschlägt, um zum Schenkel zu gelangen. Der Nerve wird, beim Umbeugen des Schenkels nach vorn gegen den Rumpf, an dieser Stelle gezerrt oder gedehnt; bei der Zerrung oder Dehnung eines Nerven erfolgen aber immer Zuckungen. Derselbe Einwurf trifft den von Galvani angestellten Versuch, wo, wenn ein Frosch abgezogen, ausgeweidet und so präparirt wurde, dass bei fast ganz weggeschnittenem untern Theile des Rückgrats (Steissbein) die Schenkel nur durch die genannten Nervenstämme mit dem Rumpfe zusammenhingen, heftige Zuckungen am ganzen Frosch entstanden, sobald die Wadenmuskeln des Frosches gegen die Schultern zurückgebogen wurden. In diesem Falle wurde das ganze Rückenmark gezerrt; indessen lässt sich der Versuch doch auch so anstellen, dass diese Einwürfe wegfallen. Nie wollte es zwar von Humboldt gelingen, Zuckungen zu erhalten, wenn er nach Abtrennung des Nerven vom Rumpfe den Schenkel gegen den Nerven und diesen gegen jenen bog; auch sah er keine Zuckungen, wenn er ohne die Muskeln zu berühren, mit einem abgeschnittenen Nervenstück einen Bogen bildend, den Nerven des Muskels an zwei Punkten berührte. Dagegen ist dieser vor-

letzte Versuch Pfaff sehr häufig gelungen, besonders wenn der Schenkelnerve in einer etwas grössern Strecke mit der Haut des Schenkels, nicht aber, wenn er mit den Muskeln unmittelbar in Berührung gebracht wurde. Gerade auf diese Art ist der Versuch auch mir gelungen. Ich bewirkte (im Frühling, vor der Begattung der Frösche) an einem blossen Unterschenkel mit heraushängendem Stamm der Schenkelnerven Zuckungen, indem ich den Nerven mit einem isolirenden Stäbchen dem Unterschenkel näherte und mit dem Nerven die nasse Oberhaut des Unterschenkels berührte; auch erfolgte eine Zuckung, als ich den Nerven vom Unterschenkel wieder abzog (*Physiologie I. p.* 68.). In diesem Falle bestand die Kette aus heterogenen Substanzen, nämlich aus Nerve, Muskel und Haut. Zwei von diesen kann man als Elektromotoren, den dritten als Leiter betrachten. Es entsteht ein elektrischer Strom und die Nervenkraft des Nerven ist das Reagens oder das Elektrometer, indem sie in Folge des elektrischen Stromes gereizt Zuckung erregt. Wird dagegen der Nerve des Schenkels einfach gegen den von der Haut entblössten Muskel umgebogen, so sind nur zwei Substanzen vorhanden, wovon die eine die andere an zwei Stellen berührt, aber die kettenartige Verbindung zwischen beiden Substanzen durch einen dritten Körper fehlt. Als allgemeine Bedingung zur Entstehung von Zuckungen aus galvanischen Ursachen kann man folgende ansehen: Zur Erregung von Zuckungen bei der Kette sind drei Substanzen nöthig, zwei Elektromotoren und ein Leiter, der sie kettenartig verbindet. Diese Elektromotoren können auch belebte und unbelebte thierische heterogene Theile seyn, Nerve und Muskel, Muskel und Haut u. s. w. Leiter kann auch ein dritter thierischer Theil seyn, der mit einem der thierischen Elektromotoren homogen seyn kann; ein Stück eines Nerven und die organisch verbundenen Muskeln und Nerven bilden schon eine Kette, aber die organisch verbundenen Muskeln und Nerven allein sind ohne einen dritten ihnen homogenen oder heterogenen Körper nicht zur Kette hinreichend. Ein Nerve gegen den Muskel umgebogen, giebt keine Zuckung, wohl aber, wenn er über die noch vorhandene äussere Haut umgebogen wird; steht aber der dritte Körper mit dem Muskel und Nerven, wenn gleich einem von beiden homogen, nicht in organischer Verbindung, ist er vielmehr ein getrenntes Stück, so kann er als Glied der Kette wirken, wie z. B. Zuckungen entstehen, wenn man durch den Bogen von einem abgetrennten Nervenstücke, oder durch einen Bogen von einem Stück Muskelfleisch, die organisch verbundenen Muskel und Nerven zugleich berührt.

Sind die Elektromotoren blosse Metalle, so sind die organich verbundenen Nerve und Muskel Leiter und Elektrometer zugleich; Leiter, weil Nerve und Muskel nass sind, Elektrometer, weil die Nervenkraft in Folge des Reizes des elektrischen Fluidums Zuckung erregt. Sie sind hier auf gleiche Art das Elektrometer, wie unter ähnlichen Umständen ein nicht thierisches Elektrometer, z. B. ein magnetischer Multiplikator. Es können aber die Elektromotoren auch thierische Theile selbst seyn. So können

die organisch verbundenen Nerve und Muskel als heterogene Substanzen so gut wie zwei heterogene todte thierische Theile Elektromotoren seyn; insofern sie aber lebend sind, sind sie auch zugleich das Elektrometer durch die Reizung der Nervenkraft in Folge der elektromotorischen Erregung.

Bei den Zuckungen, die ohne Kette durch blosse Application von einem zweier heterogener sich berührender Metalle, oder durch Application eines einzigen Metalles auf den Nerven entstehen, muss man den Nerven als blosses Elektrometer betrachten, das die in den heterogenen Metallen oder selbst in einem homogenen Metalle (durch Thermoelektricität) entstandene elektrische Spannung anzeigt.

Nachdem nun die allgemeinen und einfachsten Bedingungen, unter welchen durch Galvanismus Muskelcontractionen entstehen, auseinandergesetzt worden, muss jetzt von dem Verhalten der thierischen Theile bei der Schliessung, Oeffnung und während des Geschlossenseyns der Kette gehandelt werden. Wird das positive Metall als Nervenarmatur, das negative als Muskelarmatur benutzt, so erfolgen die Zuckungen meist im Augenblicke der Schliessung der Kette, aber keine oder wenigstens weit schwächere bei der Trennung derselben. So verhält es sich auch, wenn das positive Metall mit dem Centralende des Nerven, das negative Metall mit einem den Muskeln nähern Theile des Nerven verbunden wird. Indessen giebt es mannichfache Zustände der Erregung, in welchen diese Erscheinungen Abänderungen erleiden; im ersten, wenn die thierischen Theile noch den höchsten Grad der Erregbarkeit besitzen, erfolgt die Schliessungszukkung bei der negativen Bewaffnung des Nerven, und nur diese allein, die Trennungszuckung dagegen bei der positiven Bewaffnung des Nerven; im zweiten Zustande der Erregbarkeit, der allmählig aus dem ersten sich entwickelt und im Verlust der Erregbarkeit zuletzt endigt, erregt die negative Bewaffnung des Nerven oder des Centralendes des Nerven die Trennungszuckung, die positive Bewaffnung die Schliessungszuckung, die Mittelstufe sey die, wo Trennungs- und Schliessungszuckung bei jeder Bewaffnung des Nerven gleich ist. Nach Pfaff's Untersuchungen hängt das Verhalten indess sehr von den vorher schon angestellten Versuchen ab; bleibt z. B. die Kette bei negativer Bewaffnung des Nerven eine Zeitlang geschlossen, so kehrt sich das Verhältniss nicht um. Gehler's *Physik. Wörterb. IV. P. II. p.* 721. Ueber diesen Gegenstand haben in neuerer Zeit wieder Marianini und Nobili Untersuchungen angestellt. Der von Ritter angenommene Gegensatz der Flexoren und Extensoren in Hinsicht der Empfänglichkeit für den galvanischen Reiz hat sich nicht bestätigt.

In der geschlossenen Kette halten sich die Muskeln ruhig, und es wird nur ihre Erregbarkeit verändert. Nach Pfaff's Erfahrung wirken die geschlossenen Ketten nach Verschiedenheit der Vertheilung der Metalle an die Muskeln und Nerven entweder deprimirend oder exaltirend. Befindet sich ein Froschpräparat in einer Kette, worin das positive Metall (Zink) die Nerven-

armatur bildet, so vermindert sich die Reizbarkeit schneller als an einem andern Froschschenkel ausser der Kette, und nach PFAFF kann man meist selbst die kräftigste Reizbarkeit durch Verweilen des Froschschenkels binnen einer Viertelstunde in einer solchen Kette so weit vermindern, dass er auf die stärksten Reize nicht mehr reagirt. Ganz anders soll die Kette wirken, wenn das negative Metall, Kupfer, an dem Nerven applicirt war; nach einiger Zeit soll nun der höchste Grad der Reizbarkeit eingetreten seyn, so dass im Augenblick der Oeffnung die Muskeln zuweilen in den stärksten Tetanus gerathen.

Dass die Nerven bei der Erregung durch galvanisches Fluidum keine blossen Leiter der Elektricität sind, geht daraus hervor, dass, wenn man die beiden Armaturen an dem Nerven selbst applicirt, und also einen queren galvanischen Strom durch die Dicke des Nerven verursacht, der Nerve zwar die Zuckung bewirkt, dass aber ein gequetschter oder unterbundener Nerve, über der verletzten Stelle armirt, nicht mehr durch die verletzte Stelle hindurch wirkt. Man sieht also, dass ein gequetschter oder durch einen nassen Faden unterbundener Nerve kein Leiter des wirksamen Princips der Nerven mehr ist. Dennoch ist er aber noch ein eben so guter Elektricitätsleiter, wie vorher; denn wird der Nerve über und unter der Ligatur armirt, so geht der elektrische Strom durch die Unterbindungsstelle durch, und das Nervenprincip in dem zwischen Ligatur und Muskel befindlichen Nervenstück bewirkt nun die Zuckung, weil es von dem elektrischen Strome angeregt wird, oder sich in der Kette befindet. Ein merkwürdiger Umstand ist der von HUMBOLDT beobachtete, dass, wenn man durch Armirung eines Muskels und seines vorher unterbundenen Nervens über der Unterbindungsstelle Zuckungen erregen will, von der Unterbindungsstelle des Nerven bis zu seinem Eintritt in den Muskel durchaus noch ein Stück freiliegenden Nervens seyn muss. Denn unterbindet man den Nerven gleich bei seinem Eintritt in den Muskel, und armirt den Muskel und Nerven über der Unterbindung, so erfolgt keine Zuckung. Diese letztere erfolgt aber, wenn man den Nerven jetzt eine Strecke aus dem Muskel herauspraparirt; auch hört die Zuckung auf, wenn zwischen Unterbindung und Muskel zwar ein Stück Nerve frei liegt, dieses Stück aber mit Muskelfleisch, nassem Schwamm oder Metall umgeben wird. Es scheint also, dass in diesem Falle der Nerve zwischen der Unterbindung und dem Muskel isolirt seyn muss.

Die Zuckungen sind bei allen Froschschenkelversuchen um so stärker, je länger das zu einem Muskel hingehende Nervenstück ist. PFAFF. Die Wirkungen erfolgen ferner immer in der Richtung der Verzweigungen der Nerven, und man kann durch einen Nerven, welcher allein armirt wird, mit der einfachen Kette keine Zuckungen in Muskeln erregen, welche höher vom Stamme des Nerven ab Aeste erhalten. Dagegen zucken bei der Armirung eines Nervenstammes immer alle Muskeln, welche von dem Stamme aus nach abwärts Zweige erhalten. Bei der Armirung eines Stammes armirt man nothwendig alle schon in ihm vorge-

bildeten Fasern, die in die Zweige übergehen. Da die in dem Stamm enthaltenen Primitivfasern seiner Zweige in dem Stamme nicht anastomosiren, so kann die Reizung eines Zweiges auch nicht auf die höher abgehenden Muskelzweige zurückwirken. Vielleicht hängt indess die Wirkung der Nerven in der Richtung ihrer Verzweigung auch davon ab, dass die Muskelnerven das Nervenprincip oder die Bewegung desselben bloss in der centrifugalen Richtung fortpflanzen. Die Stärke der Zuckung eines Muskels hängt übrigens immer davon ab, wie viele Nervenfasern desselben in der Kette liegen; daher ist die Zuckung am geringsten, wenn bloss der Muskel in der Kette liegt, und es zuckt dann auch nur derjenige Theil des Muskels, dessen Nervenzweige dem Strome ausgesetzt sind.

Jede Veränderung in der Statik des elektrischen Fluidums scheint übrigens Ursache zur Erregung des Princips der Nerven zu werden. Denn nach Marianini lässt sich nicht allein durch Oeffnung und Schliessung der Kette Zuckung erregen, sondern auch durch partielle Ablenkung des Stromes aus dem Froschschenkel, und nach Erman entstehen bei geschlossener Kette neue Contractionen, wenn der Nerve so gegen sich zurückgebogen wird, dass er sich in neuen Punkten seiner continuirlichen Strecke berührt.

Bei dem Absterben der Erregbarkeit in den vom Ganzen getrennten Theilen haben Ritter u. A. beobachtet, dass dieses Absterben nicht an allen Stellen der Nerven zugleich, sondern vom Hirnende nach dem peripherischen Ende erfolgt.

Einige von mir im Jahre 1831 gemachte Beobachtungen haben den galvanischen Versuchen an Fröschen ein neues Feld eröffnet (Froriep's *Not.* 646. 647.). Es hat sich nämlich hierdurch gezeigt, dass es gewisse zu Muskeln hingehende Nerven giebt, durch welche man vermittelst Armatur der Nerven selbst keine Zuckungen in den Muskeln erregen kann. Hierher gehören die hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven, welche für einen mässigen galvanischen Reiz ganz unempfindlich sind, während die vorderen Wurzeln derselben für den galvanischen Reiz eine ausserordentliche Empfindlichkeit besitzen, und bei unmittelbarer Armatur derselben die heftigsten Zuckungen der Muskeln, zu welchen diese Nerven hingehen, bewirken. Bei diesen Versuchen öffnet man das Rückgrat der Frösche in seiner unteren Hälfte, legt das Rückenmark bloss, hebt eine der hinteren Wurzeln der Nerven für die unteren Extremitäten mit einer Nadel sanft auf, und schneidet sie mit einer feinen Scheere dicht am Rückenmark ab. Man legt dann die abgetrennte Wurzel auf ein ganz kleines Glasplättchen zur Isolation, und armirt das Ende dieser Wurzel mit einer Zink- und Kupferplatte, die man kettenartig verbindet; es entstehen dann niemals Zuckungen, wohl aber, wenn man denselben Versuch mit den vorderen Wurzeln macht. Man kann sogar eine kleine galvanische Säule auf das Ende der hintern Wurzel wirken lassen, ohne dass Zuckungen entstehen. Natürlicher Weise darf diese nicht zu stark seyn, wie in den ziemlich ungeschickt angestellten Versuchen von Seubert, sonst springt

das galvanische Fluidum auf die vordere Wurzel, als einen feuchten Leiter, über, mit welchem die hintere verbunden ist, und es können Zuckungen erfolgen. Ich habe auch gezeigt, dass unter den 3 Zungennerven der Nervus lingualis bei der blossen Armatur des Nerven keine Zuckungen der Zunge bewirkt, während dieser Versuch, an dem N. hypoglossus angestellt, jedesmal Zuckungen bewirkt. Diese letzteren Versuche sind an Säugethieren angestellt. Aus anderen Versuchen weiss man, dass diejenigen Nerven, die bei der blossen Armatur derselben keine Zuckungen der Muskeln verursachen, Empfindungsnerven sind. Sonst können diese Nerven natürlich auch als Leiter des galvanischen Fluidums wirken, wie jeder andere feuchte thierische Theil. So zum Beispiel erfolgen Zuckungen, wenn man einerseits den N. lingualis und andrerseits die Zunge armirt, oder wenn man die Armatur auf die hintere Wurzel eines Rückenmarksnerven und auf die Muskeln anwendet, wobei der Nerve bloss Conductor ist, und nicht als lebendiger Theil wirkt. Es geht aus diesen Versuchen das merkwürdige Resultat hervor, dass gewisse, mit Muskelnerven zusammenhängende Nerven bei der galvanischen Erregung doch nicht durch das Nervenprincip auf die Muskeln wirken, was man auf zweierlei Art erklären kann, weil entweder bloss die motorischen Nerven die lebendige Fähigkeit haben, die Muskeln zu erregen, oder weil vielleicht die motorischen Nerven nur centrifugale Wirkungen des Nervenprincips nach den Muskeln, die sensibeln Nerven nur centripetale Wirkungen gegen Gehirn und Rückenmark zulassen.

Was die Wirkung des Galvanismus auf die Sinnesorgane betrifft, so hat sich gezeigt, dass das elektrische Fluidum in allen Sinnesorganen verschiedene Empfindungen hervorruft, und zwar in jedem Sinnesorgane die diesem eigenthümliche specifische Empfindung. Bekannt ist der eigenthümliche Geschmack bei der Bewaffnung der Zunge. So entsteht, wenn Zink an die Spitze der Zunge, Silber an den hintern Theil derselben applicirt wird, ein säuerlicher Geschmack, welcher bei der Umkehrung der Metalle scharf oder laugenhaft erscheint. Diese Erscheinung lässt sich selbst bei der Anwendung nur eines Metalles und eines feuchten Erregers bewirken, wie in folgendem von Volta angegebenen Versuche.

Man fülle einen zinnernen Becher mit Seifenwasser, Kalkmilch oder besser mit mässig starker Lauge, fasse den Becher mit einer oder beiden Händen, die man mit blossem Wasser feucht gemacht hat, und bringe die Spitze der Zunge mit der Flüssigkeit in Berührung, so entsteht im Augenblicke des Contacts die Empfindung von einem sauern Geschmack (Gehler's *Physik. Wörterb. IV. 2. p.* 736.).

Pfaff bemerkt hierbei, dass dieser Versuch zu beweisen scheine, dass nicht die durch Zersetzung des Kochsalzes des Speichels an dem positiven Metalle entbundene Säure, und das an dem negativen Pole freigewordene Alkali den Geschmack bei den galvanischen Versuchen verursache. In der That hätte er in gegenwärtigem Versuche bei Berührung der Zunge durch eine lau-

genhafte Flüssigkeit unmöglich sauer seyn können. Ueberhaupt wird dieser Geschmack vom Galvanismus wohl richtiger, wie aller Geschmack, von der specifischen Reaction der Geschmacksnerven abgeleitet, so dass ein Geschmack nur ein subjectiver Zustand des Geschmacksnerven, nicht aber etwas Aeusseres ist.

Eigenthümliche Gerüche von Anwendung des Galvanismus auf das Geruchsorgan sind bis jetzt noch wenig bemerkt worden; doch hat Ritter Gerüche beobachtet; auch weiss man, dass die Reibungselektricität den Geruch von Phosphor hervorruft. Ritter *Beiträge zur nähern Kenntniss des Galvanismus. p.* 160.

In dem Auge erregt dagegen der Galvanismus die specifische Empfindung des Sehnerven, die Lichtempfindung, wenn man nämlich einen leichten galvanischen Strom durch das Auge leitet, vermittelst Application der beiden Metalle auf feuchte Theile, welche das Auge begrenzen. Wie die Empfindungen von Farben im Auge hervorgerufen werden, haben Ritter und Purkinje gezeigt. Es sind heutzutage die Zeiten nicht mehr, in welchen man diese Lichterscheinung im Auge als eine Entwickelung von Lichtmaterie ansah. In diesem Fall müsste das hierbei entwickelte Licht die Fähigkeit zu beleuchten haben, und man müsste im Dunkeln dabei sehen können; diess ist aber nicht der Fall. Die Lichtempfindung ist hier vielmehr die gewöhnliche Reaction des Sehnervens, welcher gegen alle Reize, mechanische sowohl als elektrische, Licht als einen Zustand seiner selbst empfindet, der bloss subjectiv und die Qualität der Empfindung ist, gleichwie Wollust und Schmerz Qualitäten oder Zustände anderer Nerven, nämlich der Gefühlsnerven sind, während der Sehnerve bloss der Empfindung von Licht und Farben, nach Magendie aber nicht der Empfindung des Schmerzes fähig ist. Diese Ansicht von der Natur jener Lichterscheinungen, welche nach den einflussreichen Versuchen von Purkinje über das subjective Sehen, und nach unseren eigenen zahlreichen Erfahrungen in diesem Felde unausweichlich ist, sehen wir auch von Physikern des ersten Ranges vorgetragen. So erklärt nämlich Pfaff die erwähnte Erscheinung, indem: „überhaupt Reize von der verschiedensten Art, namentlich mancherlei mechanische, die auf das Auge einwirken, in dem Sehnerven die specifische Empfindung, durch welche er reagirt, Lichterscheinungen unter mancherlei Gestalten, als Blitze u. s. w., hervorbringen." Gleichwie die Elektricität im Auge einen Zustand des Sehnerven als Lichtempfindung bewirkt, so bewirkt sie in dem Gehörnerven einen Zustand als Tonempfindung. Volta empfand, als sich seine Ohren in der Kette einer Säule von 40 Plattenpaaren befanden, im Augenblick der Schliessung eine Erschütterung im Kopfe, und einige Augenblicke nachher ein Zischen und stossweises Geräusch, wie wenn eine zähe Materie kochte, welches die ganze Zeit der Schliessung der Kette fortdauerte. *Philos. transact.* 1800. *p.* 427. Ritter empfand bei der Schliessung der Kette, wenn beide Ohren sich darin befanden, einen Ton wie G der eingestrichenen Octave oder $\bar{g}$; befand sich nur ein Ohr in der Kette, so war vom positiven Pol aus der Ton tiefer als $\bar{g}$, am negativen aber hö-

her. Ueber die Wirkungen der Elektricität auf die Absonderungen siehe oben p. 466.

II. Ueber die Veränderung der Reizbarkeit durch die Reize

Bisher haben wir bloss die Erscheinungen der Kräfte untersucht, welche durch die Anwendung der Reize entstehen. Jetzt werden wir die Veränderungen der Kräfte selbst betrachten. Alle reizenden Einflüsse, welche in den Nerven durch Veränderung der Materie Erscheinungen ihrer Kräfte hervorrufen, können auch die Reizbarkeit selbst verändern. Bei jeder Reaction findet ein Aufwand der vorhandenen Kräfte statt, insofern sie durch Veränderung der Materie bewirkt wird, je länger die Reizung dauert, um so grösser ist diese Veränderung. In dem gesunden Leben ist die Erregung nie so gross, dass durch gewaltsame Veränderung der Materie die Fähigkeit zu Lebensäusserungen auf eine empfindliche Art verletzt wird. Die beständige Wiedererzeugung, die Ausgleichung der materiellen Veränderungen durch die während der Ernährung fortgesetzte Wiedererzeugung, gleicht die täglichen Veränderungen aus. Wenn aber die Reizung stärker wird, so reicht die Wiedererzeugung nicht so bald hin, um diesen Verlust zu ersetzen, und die Reizung kann so stark seyn, dass sie die Summe der vorhandenen Kräfte erschöpft. Diese Verhältnisse, welche wir in der Ausübung der Muskelbewegung, des Geschlechtstriebs, der Geistesfunctionen täglich kennen lernen, finden auch bei der unmittelbaren Anwendung der Reize auf die Nerven statt. Wenn man einen Nerven lange galvanisirt, so werden die Reactionen immer schwächer und zuletzt Null, und es bedarf einiger Zeit, ehe wieder Reaction erfolgt, wenn sich nämlich die Nervenkraft (durch den Contact mit dem Blut) wieder erholt hat. Es ist eben so mit den Empfindungen. Je länger man ein farbiges Bild ansieht, um so schmutziger wird es und es verschwindet zuletzt in Grau, je mehr die vom Licht gereizte Stelle an Reactionskraft verliert; diese Stelle sieht zuletzt gar nicht mehr. In allen diesen Fällen wird die Reizbarkeit durch die Reizung erschöpft, und nicht durch die eigenthümliche Wirkung der Einflüsse. Die Reizbarkeit kann aber auch, was Brown nicht glaubte, was aber von der Theorie des Contrastimulo besonders anerkannt worden ist, durch Einflüsse unmittelbar ohne Reizung sogleich erschöpft werden, wenn eine fremdartige Potenz sich unmittelbar auf Kosten der organischen Combinationen geltend macht und den Nerven mit der Nervenkraft vernichtet. So wirkt die Elektricität im höchsten Grade des Effects im Blitz, eben so der Druck, die Zerquetschung des Nerven und seiner Primitivfasern, ferner die Behandlung der Nerven mit chemischen Agentien, welche die organische Combination des Nerven aufheben, und zersetzen, wie die mineralischen Säuren, die Metallsalze, Alkohol im concentrirten Zustande.

Wirkt diese fremdartige Gewalt auf alle Nerven zugleich, wie die Elektricität in dem Blitze, oder eine sehr starke Batterie, oder wird ein Nerve in seiner ganzen Länge ausgedehnt, so wird

die Reizbarkeit in dem ganzen Nerven oder im ganzen Organismus aufgehoben; wirkt sie nur auf einer Stelle des Nerven, wie Caustica, Druck, Quetschung, so wird auch nur diese Stelle gelähmt, und die zwischen der Quetschung und dem Muskel befindlichen Theile des Nerven haben ihre motorischen Kräfte behalten.

Die Wärme und die Kälte, welche in einer gewissen Stärke und einer gewissen Zeit Stimulantien sind, werden deprimirend, sobald sie sehr lange im stärkern Grad angewandt werden.

Die Kälte, welche so gut wie die Wärme Entzündung und Brand erregen kann, macht die Glieder taub oder empfindungs- und bewegungslos; diese Wirkung kann ortlich und allgemein seyn: die Wärme scheint örtlich ohne Entzündung und Brand zu erregen, nicht die Glieder taub zu machen; allein die allgemeine anhaltende Wirkung der Wärme ist auch Schwäche der Nervenfunctionen.

Bei einigen Einflüssen geht vor der Zerstörung noch eine kurze Irritation vorher, wie beim Quetschen der Nerven, bei der Behandlung derselben mit Alkali. Dieselben Reizungserscheinungen beobachtet man noch deutlicher bei einem grossen Theil der Narcotica, deren Hauptwirkung scheint, die Mischung der Nerven zu verändern und in höherem Grad der Wirkung, die Nervenkraft aufzuheben.

Eine ganze Abtheilung von Stoffen besitzt im aufgelösten Zustande einen gewissen Einfluss auf die Kräfte der Nerven und zerstört dieselben, ohne dass diese Stoffe sich auf sehr eigenthümliche Art gegen andere chemische Reagentien verhalten, ohne dass sie caustisch sind, und die organischen Verbindungen im Allgemeinen auflösen. Diess sind die Alterantia nervina, die man Narcotica nennt. Alle diese Mittel alteriren die materielle Zusammensetzung der Nerven. Einige sind in kleinen Gaben reizend und weniger deprimirend, wie Opium, Nux vomica, alle in grossen Gaben sogleich deprimirend durch Alteration. Dass diess durch eine unseren Sinnen und der chemischen Probe entgehende Umwandlung der Nervenmaterie geschieht, ist wahrscheinlich und anzunehmen nothwendig; allein diese Umwandlung zeigt sich uns nur an dem Verluste der Nervenkräfte, und der durch Narcotica getödtete Nerve verhält sich dem äussern Anschein nach ganz so wie der gesunde Nerve, wenigstens wenn man reine Narcotica in wässrigen Auflösungen, zum Beispiel wässrige Auflösung von Opium, anwendet.

Ehe wir nun aber die Wirkung der narcotischen Stoffe auf die Nerven näher untersuchen, wollen wir erwägen, ob es nicht auch Stoffe giebt, welche die Reizbarkeit der Nerven erhöhen.

*I. Integrirende Reize.*

Nach früheren Versuchen war es sehr wahrscheinlich, dass es viele Stoffe giebt, welche die Reizbarkeit der Nerven erhöhen, und die Heilkunde erwartete von diesen Versuchen einen grossen Erfolg. A. v. Humboldt *über die gereizte Muskel- und Nervenfaser.* Allein die stärkere Wirkung der galvanischen Action nach Befeuchtung der Nerven mit Aqua oxymuriatica und alkalischen Solutionen beweist noch nicht, dass die Reizbarkeit der Nerven durch jene Flüssigkeit erhöht werde, sondern be-

weist nur, dass die galvanische Action stärker ist. Auch hat Pfaff, *nord. Archiv. Bd.* 1. *p.* 17. durch Versuche erwiesen, dass die mehrsten jener Stoffe nicht durch Erhöhung der Reizbarkeit wirken, sondern insofern sie als Glieder der galvanischen Kette den galvanischen Reiz selbst vermehren, und die galvanische Action bei derselben Stärke der Reizbarkeit erhöhen; jene Flüssigkeiten wirken daher nur immer stärker als das Wasser, welches zur galvanischen Action als Leiter nöthig ist. Die Heilkunde hat auch ihre Hoffnungen auf Mittel, welche die Kraft der Nerven verstärken, ganz aufgegeben, und diese Mittel leisten das, was sie sollen, nur in den Lehrbüchern der Materia medica.

Mittel, welche reizen giebt es allerdings genug, wie Kampher, die Ammoniakalien, die Elektricität, und diese Mittel sind vortrefflich, wo die nicht erschöpften, sondern bloss geschwächten Nervenkräfte des Reizes bedürfen. Sie reizen, sie verursachen eine Nervenaufregung, aber sie vermehren nicht die Stärke der Reizbarkeit. Die Nervenkraft nimmt nur zu durch dieselben Processe, wodurch sie beständig wiedererzeugt wird, nämlich die beständige Reproduction aller Theile aus dem Ganzen, und des Ganzen durch die Assimilation. Für einen geschwächten Theil des Nervensystems sind gelinde Reize daher nicht darum nützlich, weil sie die Reizbarkeit erhöhen, denn das thun sie nicht, sondern weil ein gereizter Theil mehr die Ergänzung des Ganzen anspricht, und daher vorzugsweise wiedererzeugt und ergänzt wird. So stelle ich mir die nützliche Wirkung der Reize in den Nervenkrankheiten vor, und hier ist wieder am meisten auf die Wärme oder das Feuer zu halten, denn die Wärme ist die Ursache, dass zuerst die Erzeugung der Theile aus der vorhandenen Kraft des Ganzen beginnt; daher ist auch das Feuer oder eine recht anhaltende, langsam abbrennende Moxa, oder besser das lange andauernde Nähern einer brennenden Kerze an den leidenden Theil ohne Branderzeugung das allein bewährteste und wirklich hülfreiche Mittel in den anfangenden Lähmungen, Neuralgien, Tabes dorsalis u. s. w.

*II. Alterirende Reize.*

Hieher gehören die Narcotica, welche, indem sie reizen, zugleich die Nervenmaterie zu zersetzen scheinen. Insofern diese Mittel die materielle Zusammensetzung der Nerven alteriren, bedient sich die Arzneikunde derselben in kleinen Gaben zuweilen mit Erfolg in Lähmungen, um feinere materielle Veränderungen der Nerven auszugleichen, oder nach einer solchen Umstimmung der Natur selbst Gelegenheit zur Einleitung der Heilung zu geben. In stärkerem Grade angewandt, wirken die Alterantia nervina seu Narcotica sogleich zersetzend.

Die Veränderung der Nerven bei unmittelbarer Application des Giftes auf dieselben tritt ohne Zeichen von Reizung, ohne Zuckung allmählig bis zur Paralyse ein. A. v. Humboldt beobachtete, dass auch das Opium, nämlich Opiumtinctur, Zuckungen errege. Ich selbst habe nie, weder bei der Anwendung des Opiums in wässriger Auflösung, noch des Strychnins, noch des spirituösen Extractes von Nux vomica auf

die entblössten Nerven eines Kaninchens, der Frösche und der Kröten Zuckungen entstehen sehen, und glaube nicht, dass jemals ein Narcoticum, unmittelbar auf einen Nerven angewandt, eine Zuckung errege, wenn es nicht durch das Rückenmark und Gehirn auf die Nerven wirkt. Strychnin erregt nicht einmal Zuckungen, wenn es gepulvert auf das nasse Rückenmark eines Frosches angewandt wird, sondern nur wenn es in die Blutmasse gelangt, und durch das veränderte Blut auf das Rückenmark, und letzteres wieder auf die Nerven wirkt. Ist daher ein Thier durch Opium, Strychnin vergiftet, so hören die Zuckungen einer Extremität auf, sobald ihre Nerven durchschnitten werden, und vernichtet man einen Theil von dem Rückenmark eines Thiers, ehe man es durch Upas tieute oder Angustura vergiftet, so werden alle diejenigen Theile, die von dem vernichteten Theile des Rückenmarks ihre Nerven empfangen, von Zuckungen befreit. Hieraus geht wohl unwiderleglich hervor, dass die Narcotica nicht durch sich selbst und auf die Nerven selbst wirkend Zuckungen erregen, sondern durch Vermittelung des Rückenmarks und Gehirns.

Eine ganz andere Frage ist, ob narkotische Gifte nicht durch sich selbst und auf die Nerven wirkend die Reizbarkeit der Nerven erschöpfen können, auf analoge Art wie chemische Reizmittel die Reizbarkeit der Nerven zerstören. Diese Frage haben die Schriftsteller nicht von der vorhergehenden getrennt, und man hat Unrecht gethan, wenn man beide gleich beantwortete. Die gewöhnlichste Wirkungsart der narkotischen Gifte, wenn sie die Empfindungskraft und Bewegkraft der Nerven lähmen, ist, dass sie ins Blut aufgenommen werden, vom Blut aus in den Capillargefässen auf das Gehirn, Rückenmark und die Nerven wirken. Die zweite Wirkungsart, welche langsamer geschieht und vielmehr isolirt wirkt, ist, dass sie die Nervenkraft örtlich zerstören.

1. *Wirkungsart der narkotischen Gifte durch das Blut.*

Es wurde sonst häufig angenommen, dass die allgemeinen Erscheinungen bei örtlichen narcotischen Vergiftungen durch Fortpflanzung des Zustandes durch die Nerven entstehen. In diesem Sinne haben selbst neuerlich, wo man hierüber besser belehrt war, Dupuy und Brachet behauptet, dass man Thiere durch in den Magen gebrachte Gifte nicht vergiften könne, wenn man vorher den N. vagus auf beiden Seiten durchschnitten habe. Diess ist jedoch eine grundlose Behauptung, denn wir haben in den vielen Versuchen, welche Herr Wernscheidt unter meiner Leitung über diesen Gegenstand anstellte, durchaus keinen Unterschied der Zeit in dem Eintreten der Vergiftungszufälle gesehen, mochten die Nerven vorher durchschnitten seyn oder nicht. Es ist jetzt erwiesen, dass die Vergiftungszufälle durch Aufnahme des Giftes in das Blut durch Imbibition entstehen. Ueber die Schnelligkeit dieses Ueberganges siehe oben p. 244. Die ersten Beweise für diese Theorie der Vergiftungen hat Fontana geliefert. Fontana hat Versuche mit Vipern-, Tikunas-, Kirschlorbeergift und Opium angestellt. Das Resultat aller seiner Versuche ist, dass diese und ähnliche Gifte nur indem sie in die Blutmasse

gelangen, ihre allgemeinen Wirkungen hervorbringen, dass sie aber auf die Nerven nur einen örtlichen Einfluss haben. FONTANA, *Abhandl. über das Viperngift etc. aus d. Französ. Berlin*, 1787. BRODIE durchschnitt in der Achselhöhle eines Kaninchens alle Nerven der Vorderbeine, und streute Woraragift in eine Wunde am Fusse; die Wirkung des Giftes erfolgte dennoch. Er unterband das Hinterbein eines Kaninchens, die Hauptnerven ausgenommen, mit einer starken Ligatur, und streute Worara in eine Wunde am Bein; die Wirkung blieb aber ganz aus, bis er die Ligatur löste, und sogleich erfolgte die Vergiftung. *Philos. trans.* 1811. *p.* 178. 1812. *p.* 107. WEDEMEYER fand durch Versuche mit Blausäure, die so heftig wirkte, dass sie in's Auge und mehrere Stellen des Körpers gebracht, innerhalb einer Secunde tödtete, dass sie unmittelbar auf die Nerven angewendet, gar keine plötzliche Wirkung hervorbrachte. *Physiol. Untersuchungen über das Nervensystem u. die Respiration. Hannover*, 1817. *p.* 234. Vrgl. EMMERT, *Tübing. Blätter.* 1811. 2. *Bd. p.* 88. *Salzb. medic. Zeitung.* 1813. 3. *Bd. p.* 62. MECKEL's *Archiv* 1. 176. SCHNELL *Diss. sist. historiam veneni upas antiar. Tubing.* 1815. EMMERT amputirte an Thieren die Extremitäten, so dass sie nur mit dem übrigen Körper durch die Nerven in Verbindung standen, das in den Fuss eingebrachte Gift äusserte keine Wirkung. Ebenso wendete er das Gift unmittelbar auf die Nervenstämme an, auch hier blieb die Wirkung aus. C. VIBORG (*Act. reg. soc. med. Hafn.* 1821. *p.* 240.) hat fast eine Drachme concentrirter Blausäure unmittelbar auf das durch Trepanation entblösste Gehirn eines Pferdes gebracht, ohne irgend eine Wirkung des Giftes zu spüren. Siehe LUND *Vivisectionen p.* 103. 104. HUBBARD (*Philadelph. Journal. Aug.* 1822.) hat zwar bei Anwendung der Blausäure auf die Nerven sehr schnelle Wirkung gesehen, gesteht aber selbst, dass wenn er den Nerven isolirte durch eine untergelegte Karte, durchaus keine Wirkung erfolgt sey. Die oben p. 238. angeführten Versuche von MAGENDIE, DELILLE und EMMERT beweisen auch, dass die Aufnahme des Giftes in die Blutmasse durch Resorption und Tränkung ausserordentlich schnell ist, und EMMERT hat gezeigt, dass die Unterbindung der Aorta die Wirkung des in die Venen eingebrachten Giftes hemmt. EMMERT fand die schnellste Wirkung der Angustura, der Upas antiar, der Blausäure 2—5 Secunden. Ueber die Schwierigkeiten der Erklärung einer so schnellen Wirkung, siehe oben p. 245.

Vor Kurzem habe ich selbst einige Versuche über die Wirkung der Gifte auf die Nerven angestellt; ich habe bei Kröten den Schenkelnerven blossgelegt, und alles Schenkelfleisch abpräparirt, so dass der Unterschenkel mit dem Oberschenkel nur durch den Nerven und den Knochen mit dem Rumpf in Verbindung stand. Bei diesen Kröten habe ich die präparirten Schenkel in eine Auflösung von essigsaurem Morphium und in concentrirte Auflösung von Opium getaucht, und lange in dieser Stellung erhalten. Bei diesen Thieren fand durchaus keine Narcotisation am Rumpfe statt, selbst viele Stunden nachher waren sie noch von ganz unversehrter Empfindung und Bewegung.

Aus allen diesen Versuchen geht hervor, dass die schnelle allgemeine Wirkung der örtlichen Vergiftung nicht durch die Nerven, sondern durch das Blut geschieht, und vom Blute wieder auf alle Theile wirkt. Allein es lässt sich auch beweisen, dass die allgemeine Wirkung der Gifte erst wieder vorzugsweise durch die Centralorgane des Nervensystems bedingt ist, welche das vergiftete Blut narkotisirt. Denn

1. nach einem durch Vergiftung herbeigeführten Tod äussern die Nerven und Muskeln noch eine geraume Zeit hindurch Reizbarkeit.

2. Wird einem Thiere, nachdem man die nach einer Extremität führende Arterie unterbunden hat, ein Gift beigebracht, welches Zuckungen erregt, so bemerkt man, dass diese Operation jenen Theil vor Theilnahme an der allgemeinen Wirkung des Giftes nicht sichert. Lund *Vivis. p.* 109. Dass das Herz nicht durch Lähmung desselben, die Wilson bei Behandlung mit Tabacksinfusion und Tinct. Opii bei Fröschen sah, die Ursache der allgemeinen Wirkung des Giftes ist, beweist, wie Lund bemerkt, der Umstand, dass Frösche die Ausschneidung des Herzens viele Stunden überleben. Auch die Lungen sind nicht die Ursache, denn künstliche Respiration vermag die Thiere nicht zu retten. Man muss daher annehmen, dass das Gehirn und Rükkenmark auf dem Wege der Circulation durch das Schlangengift und alle starke Narcotica zuerst und also die Hauptquellen des Nervenlebens angegriffen werden. Durchschneidet man bei einem Thiere, das durch Opium, Strychnin, Upas, Angustura vergiftet ist, die Nerven einer Extremität, so hören die Zuckungen derselben auf; eben so nach Vernichtung eines Theils vom Rückenmark die Zuckungen derjenigen Theile, deren Nerven von der vernichteten Stelle abgehen. Das Opium und das Schlangengift scheinen Gehirn und Rückenmark in gleichem Grade zu afficiren; Strychnin und die verwandten Gifte, Angustura, wirken in noch höherem Grade auf das Rückenmark; denn Starrkrampf und Lähmung sind die Hauptsymptome, und diese dauern noch fort nach der Durchschneidung des Rückenmarks, in den unter dem Schnitte gelegenen Theilen, wie Backer gezeigt hat, während doch die Krämpfe sonst durch Zerschneidung der Nerven aufhören. Auch bleiben die Zuckungen im ganzen Körper bei der Vergiftung mit Angustura, wenn das Gehirn abgeschnitten wird; am Kopfe äussern sich die Zuckungen in den Ohren. Ich habe einen Versuch bei Fröschen angestellt, der wiederholt dieselben Resultate giebt und sehr instructiv ist. An einem Beine durchschnitt ich alle Gefässe und Muskeln des Oberschenkels, präparirte sie am Oberschenkel ab, liess aber den Nerven unversehrt. Nun vergiftete ich den Frosch mit Nux vomica. In dem gesunden Bein war die Reizbarkeit viel schneller erloschen, bald trat die gewöhnliche Folge der narkotischen Vergiftung bei Fröschen ein, dass, wenn man sie auch nur leise berührt, doch der ganze Frosch zuckt. Nachdem alle diese Zuckungen am ganzen Frosch aufgehört, zuckten immer noch die Wadenmuskeln des präparirten Beins, sobald ich den Frosch an irgend einer Stelle des Kör-

pers berührte; dasjenige Bein, welches kein Blut mehr erhielt, behielt also seine Reizbarkeit für die vom Rückenmark ausgehenden Reize viel länger als das andere Bein, dessen Nerven und Muskeln durch das Blut dem Gifte selbst ausgesetzt wurden. Man geht also zu weit, wenn man behauptet, die Gifte wirken nur auf die Centraltheile; sie wirken auch durch den Kreislauf auf die Nerven selbst. Die Vergiftungszufälle vom Rückenmark aus sind erst Zuckungen, dann Lähmung; die Vergiftungszufälle der Nerven selbst sind keine Zuckungen, sondern Vernichtung der Reizbarkeit. Ein Bein vom Frosche, das vor der Vergiftung so präparirt worden, erhält auch seine Reizbarkeit länger als das andere, dem das Gift durch den Kreislauf zugeführt werden kann. Vergl. Lund *Vivis.* 112. Backer *commentatio ad quaest. physiol. Traject. ad Rhen.* 1830. Vergl. Stannius in Muell. *Arch.* 1837. 223.

2. *Oertliche Wirkung der narkotischen Gifte auf die Nerven.*

So gewiss es ist, dass die allgemeinen Wirkungen der örtlichen Vergiftung durch das Blut bedingt sind, so wenig lässt sich die örtliche Vergiftung der Nerven selbst läugnen, und diess ist gerade der Punkt, über den fast alle neuere Experimentatoren hinweggegangen sind.

Al. v. Humboldt, Wilson, Brodie haben gezeigt, dass Opiumtinctur und Tabacksinfusum die Kraft des Herzens lähmen. Humboldt sah die Herzschläge zuerst sehr schnell werden und dann ganz aufhören, wobei die Vermehrung der Schläge vielleicht auf Rechnung der Tinctur kömmt.

Die offenbarste örtliche Nervenlähmung durch ein narkotisches Gift ist die Erweiterung der Pupille und Lähmung der Iris durch Application eines Tropfens einer Auflösung des Belladonnaextractes. Hier dringt das narkotische Gift durch Tränkung bis zu den Ciliarnerven, die sich in der Iris verbreiten und zur Iris selbst. Dass die Wirkung rein örtlich ist, dass die Aufnahme ins Blut auch nicht den geringsten Antheil hat, sieht man daran, dass die Iris des gesunden Auges nicht zugleich erweitert wird. Bekannt sind aber auch die örtlichen narkotischen Wirkungen des Opiums, des Morphiums bei Einreibungen, wo man starke Localwirkung ohne auffallend allgemeine Wirkung erzeugen will. Eben so die örtlichen Lähmungen von Bleivergiftung an den Händen. Um diese örtliche Wirkung ausser Zweifel zu setzen, präparirte ich bei einem Frosche den Schenkelnerven weit heraus, und legte ihn in eine Auflösung von essigsaurem Morphium, nach einiger Zeit hat das Ende des Nerven ganz seine Irritationsfähigkeit verloren. Dasselbe erfolgte, wenn ich Muskeln in Opiumauflösung tauchte, wie auch A. v. Humboldt bereits gezeigt hatte. Bei Kröten, an denen die Nerven so präparirt waren, dass die Unterschenkel nur durch den Schenkelnerven mit dem Rumpfe zusammenhingen, tauchte ich diesen Unterschenkel mit dem Schenkelnerven in eine starke wässrige Auflösung von Opium; nach kurzer Zeit war alle Irritationsfähigkeit an Nerven und Muskeln für den galvanischen und mechanischen Reiz verloren.

Aus allen diesen Beobachtungen ist die örtliche Wirkung der narkotischen Gifte auf die Nerven unzweifelhaft. Wir müs-

sen jetzt zu bestimmen suchen, ob sich diese Art der Vergiftung weiter verbreitet als über die unmittelbar, afficirten Nerven und Muskeln. Ich habe directe Versuche angestellt, welche beweisen, dass die örtliche Narcotisation der ganz entblossten und frei präparirten Nerven nicht schnell sich verbreitet, sondern auf den Ort der Narcotisation beschränkt bleibt.

1. Fürs Erste werden die Unterschenkelmuskeln und ihre Nerven nicht mit narkotisirt, wenn der Hauptschenkelnerve selbst durch Eintauchen in essigsaures Morphin oder Opiumauflösung narkotisirt war. Der mechanische und galvanische Reiz bewirkt dann an dem obern Ende des Nerven keine Zuckungen der Muskeln mehr, wohl aber, wenn sie auf die unteren Theile des Nerven und die Unterschenkelmuskeln applicirt wurden. *Die narkotische Wirkung wirkt also vom Nervenstamm nicht auf die Aeste.*

2. Die narkotische Wirkung auf einer Stelle des Nerven wirkt auch nicht rückwärts auf das Gehirn. Ich habe schon die hieher gehörigen Versuche von Kröten erwähnt, deren Schenkelnerven ich durch Narcotisation alle Reizbarkeit genommen hatte, ohne dass diess auf die übrigen Theile des Rumpfes zurückwirkte. Dass aber allmählig eine Rückwirkung erfolge, machen andere Beobachtungen wahrscheinlich; denn durch jede örtliche Erschöpfung der Nervenkraft durch Entzündung, Brand entsteht allmählig Erschöpfung der allgemeinen Nervenkräfte. Hier lernen wir nun einen wichtigen Unterschied in der Wirkung der Einflüsse auf das Nervensystem kennen. Denn

a. die Reize, welche Nervenerscheinungen bewirken durch Reizen der Nervenkraft, wirken augenblicklich in der ganzen Länge der Nerven durch alle Fasern, die irgendwo gereizt worden sind. Die Zuckung erfolgt auf der Stelle in der Entfernung an den entsprechenden Muskeln, wenn die Nervenfaser irgendwo in ihrer Länge vom Stamme bis zum Muskel gereizt wird, und eben so schnell erfolgt die Empfindung.

b. Die Einflüsse, welche die Summe der vorhandenen Kraft verändern, nämlich erschöpfen, wirken nicht von dem örtlichen Theile schnell und unmittelbar auch in der Richtung der Nervenfasern, sondern allmählig, indem sich die Kräfte der gesunden und kranken Theile der Nerven in Gleichgewicht setzen, und der örtliche Zustand allgemeine Symptome erregt.

So bewirkt die Erblindung eines Auges zuletzt allmählig Atrophie des Sehnerven, welche eben so nach Atrophie eines Thalamus n. optici erfolgt. So schreitet die Tabes dorsalis von unten nach oben fort. So entsteht nach heftiger Verletzung einzelner Nerven Veränderung des ganzen Rückenmarkes, Tetanus.

### III. Ueber die Abhängigkeit der Nerven vom Gehirn und Rückenmarke.

In wiefern zur Erhaltung der Reizbarkeit der Nerven ihre dauernde Communication mit dem Gehirn und Rückenmarke nothwendig sey, und ob die Muskeln ohne die Communication ihrer

Nerven mit den Centraltheilen des Nervensystems ihre Reizbarkeit zu erhalten vermögen, diese Frage konnte man sich bisher nicht mit Sicherheit beantworten, ja sie ist kaum einige Mal berührt worden. Man weiss zwar, dass die Nerven nach der Durchschneidung noch eine Zeitlang in dem dem Gehirneinfluss entzogenen Stücke ihre Reizbarkeit behalten, d. h. fähig sind, auf Reize, die auf sie angewandt werden, Zuckungen der Muskeln zu bewirken; allein eine ganz andere Frage ist, ob die Nerven fähig sind, die Reizbarkeit für immer unabhängig vom Gehirn zu behalten. Nysten hatte behauptet, dass die Muskeln von kurze Zeit nach einem apoplektischen Anfalle Verstorbenen trotz der Hirnlähmung auf galvanischen Reiz sich zusammenzögen. Nysten *recherches de physiol. et de chim. pathol.* Ich hatte jedoch gute Gründe, zu glauben, dass die Nerven nur kurz nachher noch ihre Kraft besässen, diese aber nach einem längeren Zeitraume vollkommen untergehe, so dass es scheinen sollte, als kämen den Nerven nur unter dem steten und unversehrten Einflusse des Gehirns eigenthümliche Kräfte zu. Denn einmal hatte ich bei Versuchen über Wiedererzeugung des Nervengewebes an einem Kaninchen die Beobachtung gemacht, dass der untere Theil des N. ischiadicus, den ich einige Monate vorher durchschnitten hatte, fast alle Kraft, auf Reize zu reagiren, verloren hatte und Fowler hatte schon eine ähnliche Beobachtung gemacht. Ueber diesen Gegenstand habe ich hernach mit Dr. Sticker neue Versuche angestellt, welche jene Vermuthung vollkommen bestätigt haben. Siehe Sticker in Mueller's *Archiv für Anat. und Physiol. B.* 1. Um die Regeneration der Nerven zu verhüten, und das untere Nervenstück sicherer dem Einflusse der Centraltheile des Nervensystems zu entziehen, wurde den Thieren ein ganzes Stück aus dem N. ischiadicus ausgeschnitten. Obgleich die Versuche nur an mehreren Thieren, nämlich zwei Kaninchen und einem Hund angestellt worden, so haben sie doch so übereinstimmende Resultate geliefert, dass man auf diese Versuche bauen konnte.

Zwei Monate und drei Wochen nach der Durchschneidung des N. ischiadicus geschah der Versuch an dem ersten Kaninchen. Sobald der Nerve in seinem Verlaufe zwischen dem Musc. biceps und semitendinosus blossgelegt war, zeigte sich wider Erwarten und zu grossem Leidwesen, dass die Continuität der Nerven sich wieder hergestellt hatte. Der Nerve wurde sofort von neuem unterhalb der Narbe durchschnitten (wobei, was merkwürdig ist, zwar nicht die mindesten Zuckungen wahrgenommen wurden, das Thier aber laut aufschrie), und der untere Theil desselben durch Galvanismus in der Form eines einfachen Plattenpaares, dann auch durch Einschneiden und gewaltsame Zerrung auf die verschiedenartigste Weise gereizt; allein es trat keine Spur von Zuckung ein.

Vergleichungsweise wurden darauf die Versuche auf der andern Seite wiederholt. Bei der Durchschneidung des Nerven äusserte das Thier den lebhaftesten Schmerz und es entstanden sehr heftige Zuckungen, und nach der Durchschneidung erregten selbst ganz geringe Irritationen, sey es, dass sie auf den Ner-

ven allein — es ist hier immer der untere Theil des durchschnittenen Nerven gemeint — oder bloss auf die Muskeln angewendet wurden, die kräftigsten Zuckungen, und selbst nach dem Tode boten sich dieselben Erscheinungen noch dar.

Bei dem Hunde waren zwei Monate und vierzehn Tage nach der Durchschneidung des Nerven verflossen; auch hier hatten sich die Enden wieder verbunden. Die Untersuchung geschah ganz auf dieselbe Weise wie bei dem Kaninchen, und ergab auch für den Nerven ganz dasselbe Resultat, d. i. alle Reactionsfähigkeit desselben war erloschen; indessen zeigten die Muskeln immer noch eine leise Spur von Zusammenziehung, wenn man die Reize auf sie selbst applicirte; allein gleich nach dem Tode war auch diese völlig verschwunden, während in dem Unterschenkel der andern Seite noch die kräftigsten Zuckungen hervorgerufen werden konnten.

Fünf Wochen nach Durchschneidung des Nerven wurde das zweite Kaninchen vorgenommen, und nach einem so kurzen Zeitraume musste man auf diese Untersuchung sehr gespannt seyn. Hier fehlte die Zwischensubstanz zwischen den Enden des durchschnittenen Nerven; beide waren etwas angeschwollen und hingen mit dem anliegenden Zellgewebe zusammen. Es war jedoch hier ein Stück von etwa 8 Linien ausgeschnitten worden, während bei den anderen Versuchen dasselbe nur ungefähr 4 Linien betragen hätte. Auf keine Weise, weder auf mechanische, noch chemische — durch Kali causticum — noch auch durch Galvanismus war es möglich, durch die Nerven Zusammenziehung der Muskeln zu erzeugen; eben so wenig gelang es bei diesem sonst sehr lebenskräftigen Kaninchen, auch durch directe Insultation der Muskeln Zuckungen hervorzubringen. Auf der linken Seite ergaben sich, wie diess natürlich, sowohl vor als nach dem Tode die schon oben angeführten Erscheinungen.

Die gegenwärtigen Versuche erweisen jedenfalls, dass die Kräfte der Nerven, die Muskeln zu Bewegungen zu veranlassen, so wie die Reizbarkeit der Muskeln selbst, nach gänzlicher Aufhebung der Communication der Nerven mit den Centraltheilen allmählig verloren gehen. Sie würden indess noch ein entscheidenderes Resultat geliefert haben, wenn man zur Prüfung der Reizbarkeit der Nerven und Muskeln nicht bloss ein einfaches Plattenpaar, sondern eine kleine galvanische Säule angewendet hätte. Nur dadurch hätte sich mit Bestimmtheit unterscheiden lassen, ob alle Kraft in den Muskeln in zweien der Fälle erloschen war. Indessen beweisen die Versuche schon deutlich genug, dass die Reizbarkeit der genannten Theile sich nach unterbrochener Communication der Nerven mit den Centraltheilen nicht erhält. Man kann aus diesen Versuchen auch schliessen, dass, wenn nach Durchschneidung eines Nerven sich hierauf wieder die Reizbarkeit des untern Nervenstücks und der Muskeln hergestellt hat, der Nerve auch mit Herstellung der Leitungskraft in der Narbe vollkommen verheilt war, und dass, wenn die Reizbarkeit sich nicht erhält, auch keine vollkommene Verheilung und Reproduction des Nerven stattgefunden haben kann.

## *III. Capitel.* Von dem wirksamen Princip der Nerven.

(Nach J. Mueller im *Encyclop. Wörterbuch der med. Wissenschaften.*)

Die Alten hatten weder von der Natur noch von den Gesetzen der Wirkung des Nervenprincips bestimmte Vorstellungen. Das wirksame Princip in den Nerven nannten sie Nervengeister; sie liessen sie von dem Gehirn ausgehen und die anatomische Verbreitung verfolgend, die organisirten Theile beseelen. Nachdem man die Wirkungen und Leitungsgesetze der Elektricität durch Reibung näher untersucht, fanden sich viele Aerzte in ihren Vorstellungen von der Action der Nerven durch Vergleichung der Nerven mit elektrischen Apparaten erleichtert. Aber erst durch die Entdeckung des Galvanismus ist man auf eine exacte Untersuchung dieser und ähnlicher Hypothesen geführt worden.

Nach der Entdeckung des Galvanismus waren viele Naturforscher geneigt, die Ursache der galvanischen Erscheinungen in einer bisher unbekannten thierischen Kraft zu suchen, wie z. B. Aldini, Galvani, von Humboldt, Fowler und Andere. Pfaff, Volta, A. Monro dagegen erklärten sich für eine von der Mitwirkung der thierischen Organe ganz unabhängige, nur durch die Wechselwirkung der Metalle und Feuchtigkeit erregte Electricität. Volta aber bewies die elektrische Natur des hierbei wirkenden Agens zur Evidenz, und als endlich die galvanischen Erscheinungen an anderen Körpern ausser Mitwirkung thierischer Theile bekannt wurden, war an der Richtigkeit der Volta'schen Ansicht kein Zweifel mehr. Auch A. Monro war schon frühe durch seine Versuche zu der richtigen Ansicht gekommen, dass das galvanische Fluidum, welches die Nerven erregt, elektrisch sey, dass dasselbe von der Nervenkraft ganz verschieden sey, und dass es als ein blosser Reiz für die Nervenkraft wirke, so dass die Nervenkraft die Zuckungen hervorbringe. (A. Monro's und R. Fowler's *Abhandlungen über thierische Elektricität. Lpzg.* 1796.) A. v. Humboldt hatte aus mehreren Versuchen den Schluss gezogen, dass die Nerven eine sensible Atmosphäre um sich besitzen, weil nämlich das galvanische Agens den Zwischenraum zweier durch einen Schnitt getrennter Nervenstücke, die sich nicht berühren, überspringt. Jetzt weiss man, dass dieser Zwischenraum bloss durch einen Leiter von Wasserdampf ausgefüllt wird, und was man damals für die sensible Atmosphäre der Nerven halten konnte, kann heutzutage nur als Leitungsfähigkeit der Elektricität vermittelst gasförmiger Ausdünstungen betrachtet werden. Gerade hier zeigen sich Electricität und Nervenkraft als durchaus verschieden; denn die Nervenkraft wirkt durch einen unterbundenen oder durchschnittenen Nervenast nicht mehr hindurch, wohl aber sind durchschnittene oder unterbundene Nerven, wenn die Stelle zwischen zwei Armaturen liegt, der Leitung des elektrischen Fluidums so gut fähig, wie vorher.

So gewiss es nun ist, dass der Galvanismus nicht thierische

Elektricität ist, so haben doch manche Aerzte und selbst grosse Physiker nicht aufgehört, an eine gewisse Aehnlichkeit der Elektricität und Nervenkraft zu glauben, die sich bei näherer Untersuchung als die grösste Verschiedenheit zeigt. Unter andern haben einige Versuche von Ure und Wilson Missverständnisse erzeugt. Ure machte galvanische Versuche an dem Körper eines Gehenkten eine Stunde nach dem Tode. Die Medulla oblongata wurde blossgelegt und ein metallischer Leiter damit in Berührung gesetzt, während ein anderer Leiter mit dem N. ischiadicus in Berührung gebracht wurde. Diese Leiter wurden mit einer Säule von 270 Plattenpaaren verbunden, worauf alle Muskeln des Rumpfes wie bei einem heftigen Schauder in Bewegung geriethen. Als die Kette zwischen dem N. phrenicus und dem Zwerchfell geschlossen wurde, zog sich das Zwerchfell bei jeder Schliessung zusammen, und als man mit dem Leiter auf dem Polstück hin und her strich, entstanden eine Menge Stösse, wie bei einem schweren Athmen; durch die Zusammenziehung des Zwerchfells und die Remission in dieser Bewegung hob und senkte sich der Bauch abwechselnd, wie wenn das Leben zurückkehrte. Als nun ferner die Gesichtsmuskeln in den Kreis der Kette gezogen wurden, entstanden fast leidenschaftlich aussehende und schaudererregende Bewegungen der Gesichtsmuskeln. Diese Versuche haben nichts Ausgezeichnetes vor dem gewöhnlichsten galvanischen Experiment, ausser dass sie an einem Menschen gemacht wurden; da die Ursache der bewegten Gesichtszüge die Zusammenziehung der Gesichtsmuskeln ist, so muss die künstliche Erregung dieser Muskeln, die man eben so gut durch mechanische Reizung ihrer Nerven in Bewegung setzen kann, eine Art von Grimassen hervorbringen. Eben so wenig ist das scheinbare Athmen bei periodischer Schliessung der Kette, wenn der Zwerchfellnerve in der Kette liegt, auffallend. Man hat ferner viel zu viel aus Wilson Philip's Versuchen geschlossen. Dieser hat behauptet, ein durch die Enden des durchschnittenen N. vagus zum Magen eines lebenden Säugethiers geleiteter galvanischer Strom könne auf ähnliche Weise die Verdauung befördern, als die Magennerven selbst. Wenn diess richtig wäre, so wäre es kein Beweis für die Aehnlichkeit des Nervenprincips und der Elektricität; denn das vom Gehirn abgewendete Stück eines durchschnittenen Nerven behält noch einige Zeit die Fähigkeit, auf Reizung in einigem Grade seine gewöhnlichen Functionen auszuüben. Ferner haben Wiederholungen der Versuche von Philip nicht durchaus dasselbe Resultat gehabt; wir haben sie mit Dr. Dieckhoff an einer ganzen Reihe von Thieren wiederholt und gar keinen Unterschied bei Thieren mit durchschnittenem Vagus, mit und ohne Anwendung der Elektricität, bemerkt. Siehe das Weitere oben p. 549.

Wenn in den Nerven Elektricität wirkte, so könnte sie, da das Neurilem feucht ist und die umliegenden Theile auch feucht sind, nicht auf die Nerven beschränkt bleiben. Man hat auch hypothetisch eine isolirende Eigenschaft der Nerven angenommen. Fechner vergleicht die Nervenfäden mit von Seide über-

sponnenen Leitungsdrähten. (Biot *Experimental-Physik. Bd. III.*) Allein eben das Neurilem ist ein vortrefflicher Leiter des Galvanismus, und die Nerven sind, wie später gezeigt werden wird, nicht einmal bessere Leiter der Elektricitat als andere nasse thierische Theile; denn der galvanische Strom folgt nicht nothwendig der Verzweigung der Nerven, sondern nur das Nervenprincip folgt dieser Verzweigung. Der galvanische Strom springt aber eben so leicht auf nahe thierische Theile über, wenn diese ihm einen kürzern Weg von Nerven zum andern Pol darbieten. Auch lässt sich die Leitung des Nervenprincips durch eine Ligatur in dem Nerven aufheben, welche für den galvanischen Strom ein trefflicher Leiter bleibt.

Man erkennt die Elektricität an den Körpern, welche sie isoliren und welche sie leiten; diess sind die einzigen und sicheren Merkmale derselben. Gerade in dieser Hinsicht zeigt sich das Nervenprincip verschieden, und es kann daher keine Elektricität seyn. Es lassen sich aber auch noch andere Beweise aus den schon berührten Eigenschaften der Nervenkraft aufführen:

1) Wenn man einen Nerven mit beiden Polen armirt, oder einen galvanischen Strom durch die Dicke des Nerven gehen lässt, so zuckt sein Muskel, nicht weil der Galvanismus bis zum Muskel wirkt, sondern weil durch den queren Strom durch die Dicke des Nerven die motorische Kraft des Nerven erregt wird, welche nur nach der Richtung der Verzweigung wirkt, gerade so, wie wenn man durch Brennen, mechanische Zerrung oder durch Kali causticum auf den Nerven wirkt und dadurch Zukkung erregt.

2) Wenn man aber nicht den Nerven selbst durch beide Pole, sondern mit dem einen Pol den Muskel, mit dem andern den Nerven armirt, so entsteht nicht bloss ein galvanischer Strom durch die Dicke des Nerven, sondern zwischen beiden Polen von dem Nerven bis zum Muskel, und es ist gerade so gut, als wenn der Muskel selbst galvanisirt würde. In diesem Falle reizt man die Nervenkraft in jedem Punkte des Nerven bis zum Muskel.

3) Daher entstehen auch keine Zuckungen, wenn ein gequetschter oder unterbundener Nerve über der gequetschten oder unterbundenen Stelle mit beiden Polen armirt wird. Hier geht zwar der Galvanismus durch die Dicke des Nerven, wie im ersten Falle, aber die Nervenkraft wirkt nicht mehr durch die gequetschte oder unterbundene Stelle hindurch.

4) Dennoch ist der gequetschte und unterbundene Nerve vollkommen leitungsfähig für den Galvanismus, und sobald nur die Armaturen über und unter der verletzten Stelle angebracht werden, geht der galvanische Strom durch diese Stelle hindurch und es erfolgt eine Zuckung, weil der noch gesunde Nerve zwischen Muskel und der verletzten Stelle erregt wird.

5) Die Nerven bleiben auch im gänzlich mortificirten Zustande, wie alle nassen thierischen Theile, Leiter des Galvanismus, während sie die Fähigkeit, Contractionen der Muskeln zu verursachen, verloren haben.

6) Endlich zeigen meine eigenen und Sticker's Versuche,

dass, wenn der lebendige Einfluss der Nerven auf die Muskeln lange Zeit aufgehoben ist, der galvanische Reiz der einfachen Kette selbst nicht mehr auf die Muskeln wirkt und keine Zukkungen mehr in ihnen erregt, wie wir bei Säugethieren gesehen haben, denen mehrere Monate vorher die Nerven so durchschnitten waren, dass sie nicht vollständig an einander heilen konnten. (Sticker in Mueller's *Archiv für Anat. u. Physiol.* 1834.)

Durch die Entdeckung des Elektro-Magnetismus hat man die feinsten galvanometrischen Instrumente kennen gelernt. Vavasseur und Beraudi (*Annali universali di med. Maggio* 1829. Froriep's *Not. Nr.* 538.) wollen die Beobachtung gemacht haben, dass Nadeln, welche man in die Nerven eines lebenden Thieres sticht, magnetisch werden und Eisenfeile anziehen. Nach Durchschneidung des Rückenmarks sollte sich die magnetische Kraft der in die Nerven eingestochenen Nadeln nicht entwickeln, wohl aber nach Einathmen von Sauerstoffgas. Die Sehnerven sollen die eingestochenen Nadeln nicht magnetisch machen, auch nicht nach dem Einathmen von Sauerstoffgas. Nach Durchschneidung und Unterbindung der Nerven sollen die eingestochenen Nadeln auch nicht magnetisch werden; jedoch soll sich bei einer Entfernung von 4 Linien zwischen den Stücken des durchschnittenen Nerven eine schwache Wirkung auf die Nadeln gezeigt haben. Ich habe es mich nicht verdriessen lassen, diese Versuche an einem Kaninchen zu wiederholen, und habe auch nicht eine Spur von magnetischer Eigenschaft an den eingestochenen Nadeln bemerken können.

David machte in einer Inauguralthese, Paris 1830, Versuche bekannt, nach welchen Leitungsdrähte, in einen entblössten Nerven eingestochen, auf das Galvanometer wirken sollen, nämlich in dem Moment, wenn sich das Thier gerade bewege. Werde die Nadel in einen von dem Rückenmarke abgeschnittenen Nerven eingestochen, so zeige das Galvanometer, wenn die Conductoren mit der Nadel in Verbindung gebracht werden, keine Bewegung, während in allen mit dem Nervencentrum zusammenhängenden Nerven der Versuch gelinge. Diese Versuche sind mir nicht gelungen, und ich halte sie für Täuschung. Eben so wenig hat Person mit einem sehr empfindlichen Galvanometer Elektricität in den Nerven entdecken können. Prevost und Dumas (*Journal de Physiol. Tom. III.*) haben eine Theorie der Muskelbewegung aus elektrischen Ursachen aufgestellt. Die Erklärung, welche sie von der Zusammenziehung der Muskeln geben, gründet sich auf die Voraussetzung, dass die quer über die Muskelbündel verlaufenden Nervenfasern sich anziehen und dadurch die Muskelbündel verkürzen — eine Hypothese, welche dadurch sehr unwahrscheinlich wird, dass die unzähligen Muskelfasern dabei als ganz gleichgültig angenommen werden. Dass die Elektricität die gegenseitige Anziehung der Nerven in den Muskeln bewirken soll, ist eine zweite Hypothese. Um elektrische Strömungen in den Nerven durch das Galvanometer nachzuweisen, ist es nicht zulässig, dass man die Drähte des Galvanometers auf Nerven und Muskeln zugleich anwende; denn da eine Kette von heterogenen

thierischen Substanzen, wie Nerv und Muskel, und von Metall schon Elektricität erzeugt, so würde man bei jenem Versuch mit dem Galvanometer nicht die in dem Nerven wirkende, sondern die durch die Kette erst erzeugte Elektricität prüfen. Damit man also bei Verbindung des Galvanometer mit Nerv und Muskel nicht erst Elektricität erzeuge, muss man die Leitungsdrähte des Galvanometers auf einen Nerven allein anwenden und beobachten, ob ein Nerv, der mit dem Gehirn in Verbindung steht, bei den willkührlichen Bewegungen Schwankungen der Magnetnadel bewirke, dann könnte man überzeugt seyn, dass die vom Gehirn aus erfolgende Innervation eine elektrische Strömung sey. Allein Prevost und Dumas gestehen hier, dass man unter diesen Umständen nie eine Ablenkung der Nadel beobachte. Die Verfasser haben bei gesunden Thieren den N. vagus, und den Plexus ischiadicus bei einem Thiere in tetanischem Zustande galvanometrisch untersucht, allein sie haben weder beim Verbinden der Drähte mit verschiedenen Theilen des unverletzten Nerven, noch beim Verbinden mit beiden Stücken eines durchschnittenen Nerven eine Spur von Elektricität durch Schwankung der Nadel des Galvanometers beobachtet. Eben so wenig zeigte eine, an einem Seidenwurm-Spinnfaden aufgehängte Nadel eine Spur von Declination, wenn man sie in die Nähe des in Action begriffenen Muskels und Nervens brachte; dass diess sich so verhält, kann ich nach meinen eigenen Versuchen bestätigen. Um diese Unempfindlichkeit des Galvanometers gegen die Nerven zu erklären, und diesen Haupteinwurf gegen ihre Hypothese zu beseitigen, nehmen Prevost und Dumas wieder an, dass der galvanische Strom in den Nerven doppelt sey, dass sich beide Ströme neutralisiren, so dass alle Wirkung auf die Magnetnadel aufgehoben werde. Prevost und Dumas vergleichen diese beiden hypothetischen Ströme mit den elektrischen Strömen, welche in entgegengesetzter Richtung die Arme des Galvanometers durchlaufen, und sich im Multiplikator des Galvanometers oder in den Windungen der Leitungsdrähte begegnen. Die Magnetnadel soll hierbei dem Muskel gleichen, welcher eben so wie die Magnetnadel die Wirkung der entgegengesetzten Strome erfährt. Allein bei den Wirkungen der entgegengesetzten Ströme reagirt das Galvanometer, warum reagirt es nicht bei den hypothetisch vorausgesetzten doppelten Strömungen in den Nerven? Ein merkwürdiger Versuch ist derjenige dieser berühmten Gelehrten, die mechanische, chemische, caustische Reizung der Nerven auf eine elektriche zurückzuführen. Da nun gerade ein Hauptbeweis gegen das elektrische Agens in den Nerven in dem Umstande liegt, dass alle Reize, nicht bloss elektrische, auf die Nerven wirken, so müssen wir diesem Theil der Arbeit jener Gelehrten eine besondere Aufmerksamkeit widmen. Prevost und Dumas wollen zeigen, dass das Feuer, indem es, auf die Nerven wirkend, Zuckungen erregt, diess durch Elektricität thue. Sie bringen zwei gleiche Platindrähte an die Enden der Conductoren des Galvanometers, und stecken den einen der Platindrähte in die Muskeln des Frosches, mit dem andern, welcher rothglühend gemacht worden, berüh-

ren sie die Nerven; es entstehen Zuckungen, aber auch eine Ablenkung der Nadel des Galvanometers. Der Versuch beweist durchaus nicht, was er soll; denn homogene Metallstücke, wovon das eine erhitzt ist, erzeugen für sich schon, so wie heterogene Metalle, Elektricität, es müssen also Zuckungen und zugleich eine Abweichung der Magnetnadel stattfinden.

Die Verfasser wollen ferner zeigen, dass chemische Reize, welche auf die Nerven wirken, diess durch Elektricitätsentwickelung thun. Sie bringen an dem einen der Drähte des Galvanometers ein mit salzsaurem Antimon oder mit Salpetersäure befeuchtetes Stück Platina an, und befestigen an den andern Draht ein Fragment von Nerve, oder Muskel, oder Gehirn. Bei jeder Schliessung der Kette lenkt die Nadel ab; diess beweist noch weniger, denn hier sind die allgemeinen Bedingungen der Elektricitätserregung durch Heterogenität vorhanden. Von derselben Art ist der folgende Versuch: sie befestigen an beide Conductoren des Galvanometers gleiche Platten von Platina, an eine derselben ein Stück frisches Muskelfleisch von einigen Unzen von einem lebenden Thiere, und tauchen beide Conductoren in Blut oder in eine leichte Salzlösung, worauf eine Ablenkung der Nadel erfolgt.

Die neuesten Versuche mit Anwendung des Galvanometers sind die von Person. (*Sur l'hypothèse des courans electrics dans les nerfs. Journal de Physiol. Tom. X.* 1830.) Alle Versuche von Person, mit einem äusserst empfindlichen Galvanometer elektrische Strömungen in den Nerven zu entdecken, waren, eben so wie bei Prevost und Dumas, vergeblich. Person brachte bei Kaninchen und jungen Katzen die Conductoren des Galvanometers in Verbindung mit dem vordern und hintern Theile des Rückenmarks; er brachte sie ins Innere mehrerer dicker Nerven. Er wiederholte diese Versuche, nachdem er in den Unterleib Tinctura nucis vomicae eingespritzt, um die dadurch entstehenden Zuckungen galvanometrisch zu beobachten. Aehnliche Versuche wurden bei Aalen und Fröschen gemacht; nie hat Person eine sichere Spur von Elektricität entdeckt. Der Verfasser erzählt hierbei eine Beobachtung, welche beweist, wie viel Misstrauen man gegen zufällige Umstände bei solcher Art der Untersuchungen hegen muss. Eines Tages brachte Person einen Tropfen Wasser auf Zink, um sich zu überzeugen, dass das Galvanometer empfindlich sey, er berührte nun mit den Armen des Galvanometers das Wasser und das Zink, und beobachtete Diviationen der Magnetnadel, darauf brachte er bei einem jungen Hunde die Platindrähte des Galvanometers in Contact mit dem Rückenmark, und sah auch eine Deviation von 30 bis 40 Centimetern; allein diese Abweichung kehrte sich um, als der Contact umgekehrt stattfand, was den Verdacht einer elektrochemischen Action an einem der Drähte erregte. Diess war auch der Fall, denn als Person die Drähte in Blut brachte, oder in Wasser, indem er mit einem der Drähte Zink berührte, entstand ein galvanischer Strom, bis das Stückchen Zink oxydirt war. Man könnte den Beobachtungen mit dem Galvanometer den Vorwurf

machen, dass diess Instrument nur andauernde Strömungen anzeige, die Muskelcontractionen dagegen abwechselnde Zusammenziehungen seyen. In der That, wenn Person einen der Drähte des Galvanometers mit dem Conductor einer elektrischen Maschine, den andern mit dem Boden in Verbindung brachte, entstand eine regelmässige Ablenkung (à chaque tour du plateau), nicht aber, wenn der Strom in eine Reihe von Funken verwandelt wurde. Hiernach wiederholte Person mehrere seiner Beobachtungen mit einem Instrument, welches für successive Strömungen (courans instantanés) empfindlich war; allein Person konnte auch mit diesem Instrument bei Muskelcontractionen keine Ablenkung entdecken.

Endlich bemerkt Person, dass, um Muskelcontractionen zu erzeugen, es gar nicht nöthig sey, dass ein galvanischer Strom die ganze Länge der Nerven durchlaufe. Derselbe Erfolg tritt ein, so klein auch die Stelle am Nerven ist, durch welche der Strom von einem zum andern Pol geht. Wenn man einen Nerven zerrt, quetscht, brennt, so zuckt sein Muskel; eine Ligatur unter der Stelle hebt alle Wirkung auf. Es ist gerade so, wenn man einen Nerven mit beiden Polen armirt und den Strom durch die Dicke des Nerven gehen lässt. Man nimmt hier zwar an, dass der galvanische Strom eine Ablenkung nach der ganzen Länge des Nerven erleide, weil die Nerven so vorzügliche Leiter der Elektricität seyn sollen. Indessen zeigt Person sehr gut, was ich selbst auch sehr oft beobachtet habe, dass die Nerven nicht besser das galvanische Fluidum leiten als die Muskeln und andere nasse thierische Theile; dass ihre Leitungskraft sich nicht ändert, wenn man sie mechanisch zerstört, und dass das Neurilem unfähig ist, die galvanischen Ströme zu isoliren. In der That geht ein galvanischer Strom, der in einen Nerven geleitet wird, sogleich in Muskeln und fibröse Theile über, sobald diese ihm einen kürzern Weg darbieten. Man muss hieraus mit Person, so wie aus dem ganzen Gange der bisherigen Verhandlung, schliessen, dass ein Bewegungsnerve während des Lebens und der Dauer seiner Reizbarkeit in einem solchen Zustande ist, dass Alles, was plötzlich den relativen Zustand seiner Moleküle verändert, eine Contraction des Muskels am entfernten Ende erregt, und dass elektrische, chemische und mechanische Reize hierbei sich gleich verhalten.

Die mit dem Galvanometer angestellten Versuche zur Prüfung der Elektricität der Nerven, so gewiss sie keinen Beweis für die Elektricität derselben liefern, können eben so wenig streng beweisen, dass keine Elektricität in den Nerven entwickelt werde; denn diese Instrumente sind zu unvollkommen. Sie wirken meist nicht mehr, wenn wirkliche Elektricität durch ein Metallplattenpaar entwickelt wird, sobald einer der Conductoren des Galvanometers nicht das Metall selbst berührt, sondern nur durch Vermittelung eines Wassertropfens oder Stückchen Muskelfleisches damit in Verbindung steht. Hieraus sieht man deutlich genug, dass, wenn auch Elektricität in den Nerven wirkte, sie durch das Galvanometer nicht leicht angezeigt würde. Dagegen ist der Nerve

eines Froschschenkels ein viel feineres Elektrometer, welches indess keine Wirkung zeigt, wenn der Nerve eines abgeschnittenen Froschschenkels mit einem andern gereizten Nerven im Contact steht.

Einige haben sich bei der Hypothese von der Wirkung der Elektricität in den Nerven auf die elektrischen Fische gestützt, aber gerade die Existenz dieser einer galvanischen Säule ähnlich gebauten Organe, welche bei Torpedo aus Säulchen von über einander geschichteten dünnen Platten und einer dazwischen befindlichen verschiedenen Materie bestehen, ist der Hypothese von der Elektricität in den Nerven durchaus nicht günstig. Denn nur da findet bei Thieren eine elektrische Wirkung statt, wo besondere Organe dafür vorhanden sind; wäre aber Elektricität das Agens der Nerven, so brauchte es bei den Fischen keiner besondern thierisch-galvanischen Apparate, sondern blosser Conductoren. Man erzählt zwar häufig wieder, dass Cotugno beim Sceiren einer lebendigen Maus, als der Schwanz der Maus gegen seine Hand schlug, einen heftigen Stoss empfand; diess gehört aber nicht hierher. Denn wenn man Thiere, wie Mäuse, Frösche, Spinnen, gegen welche man eine Aversion leicht hat, schon mit einiger Aufregung in den Händen hält, so können durch eine leichte Veranlassung, durch Erschrecken, auch Nervensymptome entstehen; diess hat nichts mit einer elektrischen Nervenwirkung gemein. Die Empfindung eines Schlags wie bei Anwendung der Elektricität ist ein Phänomen, welches in den Nerven auch bei jeder heftigen Reizung entsteht, z. B. wenn man erschrickt, oder wenn man den N. ulnaris zerrt. Der Schlag von der Elektricität ist auch kein elektrischer Schlag, sondern eine Empfindung durch Elektricität veranlasst, wie sie auch durch mechanische Einwirkung verursacht werden kann. Kastner berichtet, dass er beim Schreiben öfter kleine Stösse in den Fingern empfinde. Vor Jahren, als ich von einer nervösen Reizbarkeit befallen war, hatte ich diess Symptom sehr oft, sobald ich die Hand und die Finger zu sehr anstrengte.

Fasst man nun alles bisher Verhandelte zusammen, so ergiebt sich als Resultat:

1) Dass in den Nerven bei den Lebensactionen keine nachweisbaren elektrischen Strömungen stattfinden. 2) Dass die elektrische Kraft von der Innervation ganz verschieden ist. 3) Elektrische Strömung in den Nerven ist also eben sowohl ein symbolischer Ausdruck, als wenn man die Wirkung der Nervenkraft mit dem Lichte, dem Magnetismus vergleicht. Ueber die Natur des Nervenprincips ist man eben so ungewiss, wie über das Licht und die Elektricität; die Eigenschaften des Nervenprincips kennt man fast eben so gut, wie die Eigenschaften des Lichtes und anderer imponderabler Agentien. So verschieden diese Kräfte sind, so wiederholt sich doch hier die Frage, ob ihre Wirkungen durch ortsverändernde Strömungen einer imponderablen Materie entstehen, oder ob sie durch mechanischen Impuls, nämlich durch Undulationen eines Fluidums, wie nach der Undulationstheorie bei dem Licht angenommen wird, erfolgen; welche Annahme in

Hinsicht des Nervenprincips hier die richtige sey, ist vor der Hand für das Studium der Mechanik des Nervensystems gleichgültig, gleichwie die Gesetze der Mechanik des Lichtes durch die Annahme der einen oder der andern dieser Theorien nicht abgeändert werden können.

---

## *II. Abschnitt.* Von den Empfindungsnerven, Bewegungsnerven und organischen Nerven.

### *I. Capitel.* Von den sensitiven und motorischen Wurzeln der Rückenmarksnerven.

(Nach J. Mueller, Froriep's *Not.* No. 646. 647. *Annales des sciences naturelles.* 1831.)

Die Thatsache, dass dieselben Nerven am Rumpfe der Empfindung und der Bewegung zugleich vorstehen, und dass die eine dieser Functionen in einem Nerven zuweilen durch Lähmung aufgehoben wird, während die andere fortdauert, ist eines der wichtigsten Probleme der Physiologie. Charles Bell hatte zuerst den ingeniösen Gedanken, dass die hinteren, mit einem Ganglion versehenen Wurzeln der Spinalnerven der Empfindung allein, die vorderen Wurzeln der Bewegung vorstehen, und dass die Primitivfäden dieser Wurzeln nach der Vereinigung zu einem Nervenstamm für das Bedürfniss der Haut und der Muskeln gemischt werden. Diese Idee hatte er in einer nur für den Kreis seiner Freunde bestimmten Abhandlung, *an idea of a new anatomy of the brain submitted for the observation of the authors friends*, 1811 entwickelt. Eilf Jahre später trat Herr Magendie mit derselben Theorie auf. Allein Herr Magendie hat das Verdienst, diesen Gegenstand hinsichts der Rückenmarksnerven in die Experimentalphysiologie eingeführt zu haben. Magendie behauptete aus seinen Versuchen, dass nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln nur die Empfindung, nach Durchschneidung der vorderen Wurzeln die Bewegung in den entsprechenden Theilen aufhöre. Magendie's Resultate waren nur approximativ. Nach ihm sollten die hinteren Stränge des Rückenmarks und die hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven vorzugsweise der Empfindung, die vorderen vorzugsweise der Bewegung vorstehen, obgleich nicht ganz ohne Empfindung seyn. So fand er auch, dass die Application des Galvanismus auf die vom Rückenmark abgeschnittenen hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven auch noch, aber nur schwache, Contractionen der Muskeln errege, während dieser Reiz auf die vorderen Wurzeln angewandt, heftige Zusammenziehungen bewirke. *J. de physiol.* 2. 276. Vergl. Desmoulins et Magendie *Anatomie et physiologie des systèmes nerveux. Paris*, 1825. *p.* 777. Diese Versuche sind bei höheren Thieren die

grausamsten, welche man erdenken kann. Die ungeheure Verwundung zur Eröffnung des Rückgraths in einer so grossen Strecke, um die Wurzeln aller Nerven, die zu den hinteren Extremitäten gehen, zu durchschneiden, ist an sich schon schnell lebensgefährlich, mit enormer Blutung verbunden, und der Tod des Thieres erfolgt unausbleiblich in kurzer Zeit, ehe man zu überzeugenden Resultaten gelangt ist. Welch grosses Erstaunen daher auch Bell's Theorem wiederum in den Versuchen von Magendie billig erregte, so blieb doch die gehörige Bestätigung dieser Versuche aus. Nur Béclard hat, aber auf eine zu oberflächliche und ungenügende Art, diese wichtige Frage bejahend entschieden, indem er sagt: *Les experiences de Mr.* Ch. Bell, *celles de Mr.* Magendie *et les miennes propres ont clairement démontré, que la racine postérieure des nerfs spinaux est sensoriale et la racine antérieure motrice. Elém. d'anat. génér. Paris* 1823. *p.* 668. Fodéra's Versuche waren mit so widersprechenden Symptomen begleitet, dass es unbegreiflich ist, wie er seine Versuche für eine Bestätigung von Magendie's Beobachtungen ausgeben konnte. Bellingeri erhielt ganz verschiedene Resultate, und schloss aus seinen Versuchen, dass die innere graue Substanz des Rückenmarks der Empfindung, die weisse faserige der Bewegung vorstehe, dass die vorderen Stränge des Rückenmarks und die vorderen Wurzeln der Flexion, die hinteren der Extension der Muskeln bestimmt seyen. In Deutschland sind diese Versuche mit Sorgfalt an vielen Thieren von Schoeps wiederholt worden. S. Meckel's *Archiv für Anat. und Physiol.* 1827. Allein die Resultate sind ganz zweifelhaft und schwankend ausgefallen. Auch ich hatte schon im Jahre 1824 diesen Versuch ohne Resultat bei meinem Aufenthalte zu Berlin vorgenommen. Neuerdings beschäftigt mit Untersuchungen über das Nervensystem, trieb mich die Begierde nach Wahrheit an, eine Reihe neuer Versuche nach einem veränderten Plane an Kaninchen anzustellen. Denn dass die bisherige Art der Versuche trügerisch ist, beweist der Umstand, dass viele Thiere, vorzüglich Kaninchen, durch die ersten Handgriffe des Experiments erschreckt und eingeschüchtert, ohne dass man bedeutende Verletzungen irgend einer Art vorgenommen hat, selbst bei den heftigsten Hautreizen, nicht einmal beim Zerquetschen und Zerschneiden der Haut irgend eine Schmerzensäusserung von sich geben. Wie kann man daher in der kurzen Zeit, wo ein Thier nach der Oeffnung des Rückgrats noch lebt, zuverlässig entscheiden, ob das Thier noch Empfindung hat oder nicht?

Ich wusste, das die geringste Zerrung eines angespannten Muskelnerven mit einer Nadel Zuckungen in den entsprechenden Muskeln erregt. Sind nun die hinteren Wurzeln der Spinalnerven bloss empfindend und nicht bewegend, so müssen sie beim Zerren mit der Nadel keine Zuckungen, die vorderen Wurzeln aber beim Zerren wirkliches Zucken bewirken; um die kleinsten Zuckungen zu bemerken, legte ich die Muskeln der hinteren Extremitäten bloss. Diese mehrfach wiederholten Experimente blieben, wenn man gewissenhaft seyn wollte, ohne Resultat, weil

durch die mit der Oeffnung des Rückgrats verbundenen Erschütterungen schon kleine Erzitterungen in den Muskeln eingetreten waren, welche alles fernere Experimentiren unzuverlässig machten. Nach so vielen vergeblichen Bemühungen, um das absolute Resultat zu erhalten, von welchem Herr Magendie spricht, fing ich an zu zweifeln. Ich verzweifelte an einem entscheidenden und zuverlässigen Resultate aller solcher Versuche. Haben doch Desmoulins und Magendie selbst nur gesagt, dass in dem einen Falle *fast alle Empfindung*, in dem andern Fall *fast alle Bewegung* aufhöre. In einem absoluten Resultate kann von einem halben Erfolge, von keinem *fast* keine Rede seyn. Ich sagte zu mir selbst: Das Theorem von Bell ist überaus ingeniös, allein es ist nicht bewiesen, Magendie hat es auch nicht genügend bewiesen, und es kann vielleicht bei höheren Thieren nie genügend bewiesen werden. Dieser Meinung, dass der gehörige Beweis fehle, war auch E. H. Weber (erster Band seiner vortrefflichen Ausgabe von Hildebrandt's *Anatomie. Braunschweig* 1830. *S.* 283.). Zu einem guten physiologischen Experiment gehört, dass es gleich einem guten physikalischen Versuche an jedem Ort, zu jeder Zeit, unter denselben Bedingungen dieselben sicheren und unzweideutigen Phänomene darbiete, dass es sich immer bestätige. Diess kann man von den bisherigen Versuchen zum Beweis des Bell'schen Lehrsatzes nicht sagen. Denn die Verletzung, die Entkräftung ist so gross, dass die Wahrscheinlichkeit des Irrthums grösser ist als die Wahrscheinlichkeit des Resultats. Ein Fehler, an dem so viele physiologische Experimente leiden.

Sollten aber nicht Experimente für oder gegen den Bell'schen Lehrsatz gefunden werden können, welche eben so zuverlässig sind, als die physiologischen Experimente von Haller, Fontana, Galvani, A. v. Humboldt?

Ich kam endlich auf den glücklichen Gedanken, Frösche zu den fraglichen Versuchen nach meiner eben erwähnten Methode anzuwenden, Thiere, welche ein sehr zähes Leben haben, die Oeffnung des Rückgrats lange überleben, deren Nerven die längste Zeit sensibel bleiben, und bei denen die dicken Wurzeln der Nerven für die hinteren Extremitäten eine sehr grosse Strecke im Kanale des Rückgrats getrennt verlaufen, ehe sie sich vereinigen. Diese Versuche sind mit dem glänzendsten Erfolge gekrönt worden; sie sind so leicht, so sicher, so entscheidend, dass sich jeder nunmehr schnell von einer der allerwichtigsten Wahrheiten der Physiologie überzeugen kann. Die Phänomene sind so constant und überraschend, dass diese Versuche an Einfachheit und Gewissheit des Erfolgs dem besten physikalischen Experimentum crucis an die Seite treten dürfen.

Zur Oeffnung des Rückgrats bediene ich mich einer an der Seite und an der Spitze scharf schneidenden Knochenzange. Diese Operation ist in einigen Minuten ohne alle Verletzung des Rückenmarks vollbracht. Die Frösche sind darauf ganz munter und hüpfen wie vorher herum. Man sieht nach Oeffnung des Rückgrats und der Häute sogleich die dicken hinteren Wur-

zeln der Nerven für die unteren Extremitäten. Man hebe die Wurzeln vorsichtig mit einer Staarnadel auf, ohne etwas von den vorderen Wurzeln mit zu fassen, und schneide sie an der Insertion am Rückenmarke ab. Nun fasst man das abgeschnittene Ende mit der Pincette und zerrt die Wurzel selbst wiederholt mit der Spitze der Staarnadel. Man wird sich bei jedem Versuch dieser Art, auch wenn man ihn unzählige Mal an einer Menge von Fröschen wiederholt, überzeugen, dass *auf die mechanische Reizung der hinteren Wurzeln niemals auch nur die entfernteste Spur einer Zuckung in den hinteren Extremitäten erfolgt.* Dasselbe kann man an den sehr dicken hinteren Wurzeln der Nerven für die vorderen Extremitäten mit demselben Erfolge wiederholen.

Nun hebe man eine der vorderen eben so dicken Wurzeln der Nerven für die Hinterbeine mit der Nadel aus dem Kanal des Rückgrats hervor. Schon bei der leisesten Berührung dieser Wurzeln erfolgen sogleich die allerlebhaftesten Zuckungen in der ganzen hintern Extremität. Man schneide auch diese Wurzeln vom Rückenmark dicht ab, fasse das abgeschnittene Ende mit der Pincette und zerre die angespannte Wurzel mit der Nadelspitze. Bei jeder Reizung erfolgen die lebhaftesten Zuckungen.

Durch Wiederholung dieser Versuche an einer grossen Zahl von Fröschen kann man sich überzeugen, dass es durchaus unmöglich ist, durch die hinteren Wurzeln der Spinalnerven bei Fröschen Zuckungen zu bewirken, dass dagegen die geringsten Reize auf die vorderen Wurzeln sogleich das Spiel der heftigsten Zuckungen bewirken.

So lange beiderlei Wurzeln noch mit dem Rückenmark verbunden sind, kann man durch zerrendes Aufheben der hinteren Wurzeln und die dadurch bewirkte Zerrung am Rückenmark selbst auch Zuckungen in den Hinterbeinen bewirken. Diese entstehen aber nicht durch die hinteren Wurzeln selbst, sondern durch das zugleich gezerrte Rückenmark, dessen Reizung durch die vorderen oder motorischen Wurzeln auf die Muskeln wirkt. Wenn daher vorher die vorderen Wurzeln durchschnitten worden, so kann die Zerrung des Rückenmarks oder der hinteren, noch mit dem Rückenmark zusammenhängenden Wurzeln auf keine Art die geringste Spur einer Zuckung erregen.

Eben so entscheidend sind die Versuche mit Anwendung des Galvanismus durch einfache Zink- und Kupferplatten.

*Die Reizung der abgeschnittenen vorderen Wurzeln durch den Galvanismus bewirkt sogleich die heftigsten Zuckungen; die galvanische Reizung der hinteren Wurzeln bewirkt niemals eine Spur von Zuckung.* Dieses Resultat ist äusserst merkwürdig und war mir ganz unerwartet: denn ich hatte mir gedacht, dass, wenn auch die hinteren Wurzeln bloss empfindend sind, sie doch fähig wären, das galvanische Fluidum bis zu den Muskeln zu leiten, und es ist sogar unvermeidlich, dass bei heftigem galvanischen Reize einer sehr starken Säule das galvanische Fluidum durch die hinteren Wurzeln so gut, wie durch jede thierische Substanz geleitet wird (so wie es in Magendie's Versuchen erging). Allein es ist ganz gewiss, dass der galvanische Reiz eines Plattenpaares

durch die hinteren Wurzeln nicht auf die Muskeln wirkt, durch die vorderen Wurzeln sogleich Zuckungen erregt, dass der mechanische Reiz einer Nadel bei den stärksten Zerrungen niemals eine Spur von Zuckungen durch die hinteren Wurzeln hervorruft, während die geringste Zerrung an den vorderen Wurzeln sogleich lebhafte Zuckungen bedingt. Bei der Anwendung des Galvanismus auf die hinteren Wurzeln muss man sich sehr hüten, dass die Platten irgendwo andere Theile berühren.

Die Art, wie Bell und Magendie den Bell'schen Lehrsatz zu beweisen suchten, lässt sich auch mit dem sichersten Erfolge bei Fröschen anwenden. Durchschneidet man bei demselben Frosch auf der linken Seite alle 3 hinteren Wurzeln, auf der rechten Seite alle 3 vorderen Wurzeln der Nerven für die Hinterbeine, so ist an dem linken Bein die Empfindung, an dem rechten Bein die Bewegung gelähmt. Schneidet man dann am rechten Bein, welches noch Empfindung, aber keine Bewegung hat, den Fuss ab, so zeigt der Frosch den grössten Schmerz in allen Theilen des Körpers durch Bewegungen, aber das rechte Bein selbst, an dem er doch den Schmerz fühlt, kann er nicht im geringsten bewegen. Schneidet man dagegen am linken Bein, welches keine Empfindung aber noch Bewegung hat, den Fuss ab, so fühlt es der Frosch gar nicht. Dieser Versuch ist wohl der überraschendste von allen, und giebt entscheidende Resultate, nicht halben Erfolg, weil man beim Frosch gewiss ist, die Wurzeln der Nerven des Hinterbeins sämmtlich zu durchschneiden, indem es nur sehr wenige, aber dicke Wurzeln sind.

Diess sind die Versuche, welche keinen Zweifel mehr an der Wahrheit des Bell'schen Lehrsatzes übrig lassen.

Ich bemerke noch, dass das Abschneiden der hinteren Wurzeln vom Rückenmark oft ganz deutlich mit Schmerzensäusserungen am Vordertheil des Rumpfs verbunden ist.

Bei den Versuchen, wovon bisher die Rede gewesen, wird der galvanische Reiz nur auf die Wurzeln, die vorher dicht am Rückenmark abgeschnitten worden, angebracht, indem man beide Pole auf das Wurzelende wirken lässt, und also einen galvanischen Strom durch die *Dicke* der Nervenwurzel erregt. Nun ist es bekannt, dass die Rumpfnerven, die aus der Verbindung der beiden Wurzeln entstehen, Zuckungen erregen, sowohl wenn sie selbst galvanisch irritirt werden, als wenn der eine Pol auf den Nerven, der andere Pol auf den Muskel wirkt, indem im ersteren Falle der galvanische Strom nur quer durch die Dicke der Nerven, im letzten Falle vom Nerven bis zum Muskel in der ganzen Länge des Nerven durchgeht.

Ich wünschte jetzt zu wissen, und jeder wird die Frage stellen, ob die hintere Wurzel, indem sie unfähig ist, bei der unmittelbaren Reizung Zuckungen zu erregen, zugleich unfähig ist, das galvanische Fluidum zu den Muskeln zu leiten, wenn die hinteren Wurzeln mit dem einen Pol, die Muskeln mit dem andern Pol in Verbindung gebracht werden. Hierdurch entstand eine Reihe interessanter Experimente, welche eben so constante Resultate gaben, wie die früher mitgetheilten Beobachtungen und

welche seitdem sehr oft wiederholt worden sind. Sämmtliche Versuche wurden an Fröschen angestellt. Die Wurzeln wurden immer nach der schon beschriebenen Weise vorsichtig und sanft mit der Nadel aufgehoben, und dicht am Rückenmark abgeschnitten, so dass sie nur mit ihren Rumpfnerven in Verbindung standen. Zur Isolation wurde immer eine Glasplatte untergeschoben und der ganze Frosch auf ein Stück Glas gelegt. Folgendes sind die constanten Resultate:

1) Wenn man die hinteren Wurzeln der Spinalnerven allein mit beiden Polen eines einfachen Plattenpaares in Verbindung bringt, so entsteht niemals die geringste Spur einer Zuckung.

2) Wenn man dagegen die hinteren Wurzeln mit dem einen Pol, einen Muskel der unteren Extremitäten mit dem andern Pol armirt, und also einen galvanischen Strom von der Wurzel bis zu dem Muskel leitet, so entstehen Zuckungen, und zwar bloss in den innerhalb des galvanischen Wirkungskreises gelegenen Muskeln.

3) Die vorderen Wurzeln bewirken, sowohl unmittelbar mit beiden Polen vereinigt, als mittelbar, indem der andere Pol auf die Muskeln wirkt, Zuckungen in allen Muskeln der Extremität, nicht bloss in dem galvanischen Wirkungskreise, sondern bis zu den Zehen herab.

4) Dasselbe erfolgt, wenn man die hinteren Wurzeln mit dem einen Pol, die vorderen Wurzeln mit dem andern Pol in Verbindung bringt.

Diese Versuche beweisen so bündig, als ein Schluss seyn kann, unumstösslich:

e. Dass die hinteren Wurzeln der Spinalnerven zwar nicht isoliren, sondern wie alle thierische Theile im nassen Zustande den galvanischen Strom passiv von einem zum andern Pole leiten.

b. Dass sie aber keine *motorischen* Kräfte oder Bewegungskräfte haben, und durch sich selbst keinen Muskel zur Bewegung bestimmen können.

c. Dass dagegen die vorderen Wurzeln nicht allein den galvanischen Strom wie alle thierischen Theile leiten, sondern dass sie auch, ohne dass ein galvanischer Strom durch sie auf die Muskeln geleitet wird, bei jeder unmittelbaren Reizung durch mechanische oder galvanische Reize eine *motorische*, nicht galvanische Kraft in der Richtung der Nervenverzweigung ausüben.

Ich werde nun zeigen, dass ein Nerv die eigene *motorische* Kraft verlieren kann, wenn er die Fähigkeit, den galvanischen Strom auf die Muskeln zu leiten, noch behält. Man quetsche einen Muskelnerven mit der Pincette, mechanischer und galvanischer Reiz über der gequetschten Stelle wirken nicht mehr; wohl aber, wenn der mechanische und galvanische Reiz unter der gequetschten Stelle zwischen dieser und dem Muskel applicirt wird. Dennoch ist ein gequetschter Nerv fähig, den galvanischen Strom zu den Muskeln zu leiten, und es entstehen Zuckungen, wenn der eine Pol auf das Ende des gequetschten Nerven, der andere Pol auf den Muskel wirkt. Die gequetschte Stelle ist also leitungsfähig.

Da nun endlich der geringste mechanische Reiz mit der Nadel oder einem nicht metallischen Körper, einem zugespitzten Federkiel, dieselben Wirkungen auf die Muskelnerven und die vorderen Wurzeln der Spinalnerven hervorbringt, wie der unmittelbare galvanische Reiz in einem transversalen Strom durch die Dicke des Nerven, nämlich Zuckungen in dem ganzen Gliede, so folgt:

a. Dass der unmittelbare galvanische Reiz beider Pole auf die vorderen Wurzeln nicht anders als der mechanische Reiz wirkt; dass der Galvanismus hierbei nicht als Galvanismus die nächste Ursache der Muskelcontraction ist, sondern dass der galvanische Reiz, eben so wie der mechanische, nur die *motorischen* oder *tonischen* Kräfte der tonischen Nerven zur Aeusserung erregt.

b. Dass die galvanische Kraft von der *motorischen* oder *tonischen* Kraft oder Spannkraft der Nerven verschieden ist, und sich zu dieser nur als heftiger Reiz verhält.

c. Es folgt ferner, dass es Nerven giebt, welche keine *motorischen* oder *tonischen* Kräfte besitzen, welche durch sich selbst niemals Zuckungen erregen können, mögen sie mechanisch oder galvanisch gereizt seyn, und welche den galvanischen Strom nur passiv leiten; dass es dagegen *motorische* oder *tonische* Nerven giebt, welche bei jeder unmittelbaren Reizung ihre tonische Kraft in der Spannung der Muskeln äussern, eine Spannkraft, welche immer in der Richtung der Verzweigung, niemals rückwärts wirkt. Denn es gehört nicht hieher, wenn galvanische Ströme auf andere Aeste durch nasse Theile übergeleitet werden.

d. Dass endlich die vorderen Wurzeln der Spinalnerven *tonisch*, die hinteren *nicht tonisch* sind.

Um den mitgetheilten neuen Erfahrungen noch ein grösseres Interesse zu geben, beschloss ich die galvanische Säule statt des einfachen Plattenpaares anzuwenden. Ich errichtete eine voltaische Säule von 34 Plattenpaaren, die Platten von etwas mehr als 4 Quadratzoll. Auch diese Versuche wurden an mehreren Froschen wiederholt, und folgende constante Resultate gefunden.

1) Die hinteren Wurzeln der Spinalnerven für die unteren Extremitäten wurden vom Rückenmark abgeschnitten, das Ende dieser Wurzeln auf ein Glastäfelchen aufgelegt, und mit beiden Polen der voltaischen Säule in Verbindung gebracht. *Nie zeigte sich auch nur eine Spur einer Zuckung.* Ich wiederhole hier die Vorsichtsmaassregel, ja keine Fasern der vorderen Wurzeln mit zu fassen.

2) Die vorderen Wurzeln erregten unter denselben Umständen die heftigsten Zuckungen in der ganzen Extremität.

3) Brachten wir die hintere Wurzel mit dem einen Pol, die Muskeln des Oberschenkels mit dem andern Pol in Verbindung, so entstanden Zuckungen am ganzen Beine, vorzüglich aber innerhalb des galvanischen Wirkungskreises.

4) Die vorderen Wurzeln mit dem einen Pol, die Muskeln mit dem andern Pol armirt, bewirkten noch viel stärkere Zukkungen.

Ich wünschte nun zu wissen, ob die Wurzeln der letzten Spinalnerven, wenn sie in einiger Entfernung vom Rückenmark abgeschnitten werden, und wenn die noch am Rückenmark ansitzenden Anfänge der Wurzeln armirt werden, Zuckungen in den *vorderen* Theilen durch Vermittelung des Rückenmarks zu erregen im Stande sind. Die Resultate waren constant, aber unerwartet.

Weder die vorderen noch die hinteren Wurzeln bewirken, wenn sie allein einfach armirt werden, in rückwärts gehender Bewegung, Zuckungen an den vorderen Theilen des Rumpfs, z. B. am Kopf. Es scheint also, dass die Fasern der Nerven im Rückenmark nicht communiciren. Es entstanden aber Zuckungen, wenn die Wurzeln mit dem einen Pol, die entblössten vorderen Theile des Körpers mit dem andern Pole armirt wurden, was wieder durch die Leitung des galvanischen Stroms auf ferne motorische Nerven geschieht.

Endlich löste ich bei einem Frosch alle Wurzeln der Nerven am grössten Theile des Rückenmarks von hinten bis in die Gegend der Arme dicht am Rückenmark ab, so dass der hintere Theil des Rückenmarks frei emporgehoben und ein Glastäfelchen untergeschoben werden konnte. Das Rückenmarksende, mit beiden Polen verbunden, erregte Zuckungen in allen Theilen, welche noch mit dem Rückenmark in Verbindung standen. Aus diesen letzten Versuchen folgt, dass das Rückenmark nicht bloss das *Ensemble* der Rumpfnerven ist, wie ich vermuthet hatte, sondern dass es zwar einige Dinge mit den Nerven gemein hat, in einigen aber noch von ihnen verschieden ist. Denn die Wurzeln der Spinalnerven bewirken, unmittelbar gereizt, in rückwärts gehender Bewegung in den vorderen Theilen keine Zuckungen, wohl aber das Rückenmarksende.

Die vorzüglichsten der hier beschriebenen Versuche, nämlich die mit dem mechanischen Reiz und mit dem einfachen Plattenpaar, habe ich nun schon alle Jahre wiederholt, und sie haben mir immer dieselben unzweideutigen Resultate gegeben. So mache ich sie nicht allein regelmässig in den Vorlesungen über die Physiologie, sondern habe sie auch in Paris vor den Herren A. v. Humboldt, Dutrochet, Valenciennes, Laurillard, und ein andermal vor Herrn Cuvier, eben so in Heidelberg bei Herrn Tiedemann, in Bonn mit den Herren Weber und Wutzer, ebendaselbst mit Herrn Professor Retzius aus Stockholm wiederholt, der sie wieder mit gleichem Erfolg dort wiederholte. Gleichen Erfolg hatte die Wiederholung der Versuche durch Herrn Thomson in Edinburg, durch Herrn Stannius in Berlin (Hecker's *Ann. Dec.* 1832.). Die Versuche mit dem mechanischen Reiz haben Seubert (*de funct. rad. ant. et post. nerv. spin. Carlsruhae* 1833), und van Deen (*de differentia et nexu inter nervos vitae animalis et organicae. Lugd. Bat.* 1834.) mit Erfolg wiederholt. Die galvanischen Versuche mit der Säule sind Seubert nicht vollkommen gelungen. Statt zuerst mit einem Plattenpaare zu experimentiren, hat Seubert, gleichsam um es recht gut zu machen, mit 50 Plattenpaaren operirt. Nun ist es aber bekannt, dass man, um

locale Wirkungen zu erzeugen, bei Thieren nur mit ganz schwachen Apparaten experimentiren darf, indem man bei einiger Stärke des Apparats nicht mehr sicher ist, ob man bloss den durch die Pole berührten Theil galvanisirt, oder ob das durch alle nassen Theile leitungsfähige galvanische Fluidum auf andere Theile überspringt. Es ist daher kein Wunder, wenn Seubert in einigen Fällen beim Galvanisiren der hinteren Wurzeln der Frösche durch eine Säule von 50 Plattenpaaren doch Zuckungen entstehen sah; hätte er noch mehr Plattenpaare angewandt, so hätte er eben so gut Convulsionen des ganzen Frosches erzeugen können. Diese Betrachtung drängt sich sogleich bei einiger Kenntniss der Wirkungsart und Leitung des galvanischen Fluidums auf: Hätte derselbe mit einem einfachen Plattenpaare operirt, so würde er den unabänderlichen Erfolg gesehen haben, wie ich ihn jetzt schon so ausserordentlich häufig und nie mit irgend einer Aenderung gesehen habe. Nachdem nun Dr. Seubert mit dem einfachen Plattenpaare diesen Erfolg gesehen, hätte er zwei, dann drei, dann vier, dann fünf u. s. w. Plattenpaare nehmen müssen, bis er eine Höhe von 10—20—30 Paaren erreicht hätte; er würde dann die Grenze kennen gelernt haben, bis zu welcher er bei seiner Säule gehen durfte. Panizza's Versuche an Fröschen und Böcken mittelst Durchschneidung der Wurzeln bestätigen ebenfalls die Richtigkeit der Bell'schen Entdeckung. *Ricerche sperimentali sopra i nervi Pavia.* 4.

So definitiv nun die Verschiedenheit der vorderen und hinteren Wurzeln in Hinsicht der sensibeln und motorischen Eigenschaften erwiesen ist, so wenig ist dieser Unterschied in Hinsicht der vorderen und hinteren Stränge des Rückenmarks erwiesen. Ich habe diess schon in meinem französischen Memoire in den *Annales des scienc. natur.* 1831. bemerkt. Nach Seubert's Versuchen scheint die vordere Gegend des Rückenmarks vorzüglich, aber nicht allein, der Bewegung vorzustehen; die hintere vorzugsweise, aber nicht allein, der Empfindung. Die pathologischen Fälle, die man in Seubert's Schrift zusammengestellt findet, enthalten auch keine vollen Beweise jener Behauptung. Uebrigens ist es kaum möglich, über diese Frage genaue Versuche an Thieren anzustellen, indem man bei der Intention, auf die hinteren Stränge durch Schnitt zu wirken, ohne es zu wollen, durch Druck auf die vorderen wirkt.

## *II. Capitel.* Von den sensitiven und motorischen Eigenschaften der Gehirnnerven.

Ohne hier schon in das Detail der Physiologie der einzelnen Gehirnnerven einzugehen, untersuchen wir dieselben hier in Hinsicht ihrer Uebereinstimmung oder Verschiedenheit im Vergleich mit den Rückenmarksnerven. Die Gehirnnerven können in folgende Classen gebracht werden.

1) Reine Sinnesnerven, die Nerven der höheren Sinne, Nervus olfactorius, opticus, acusticus.

2) Gemischte Nerven mit doppelten Wurzeln. Nervus trigeminus, Nervus glossopharyngeus (siehe oben p. 614.), Nervus vagus cum accessorio, bei mehreren Säugethieren auch Nervus hypoglossus (siehe oben p. 614.)

3) Vorzugsweise motorische Nerven mit einfacher Wurzel, welche entweder an sich motorisch, durch Verbindung mit sensitiven Nerven Empfindungsfasern erhalten, oder wenn sie schon sensorielle Fasern in ihren Wurzeln enthalten, sich nicht auf die doppelwurzeligen Rückenmarksnerven reduciren lassen. Nervus oculomotorius, trochlearis, abducens, facialis.

Unter diesen Nerven verdienen vorzüglich die beiden letzten Classen eine besondere Betrachtung.

### Gemischte Hirnnerven mit doppelten Wurzeln.

*Nervus trigeminus.*

Dieser Nerve hat bekanntlich zwei Wurzeln, Portio major, welche in das Ganglion Gasseri anschwillt, und Portio minor ohne Ganglion; letztere geht an dem Ganglion vorbei zum dritten Ast. Die aus der gangliösen Portio major oder dem Ganglion Gasseri hervorgehenden Aeste des N. trigeminus, Ramus primus et secundus, sind wahrscheinlich bloss sensibel. Der dritte Ast des N. trigeminus, welcher zum Theil aus der nicht gangliösen Portio minor entspringt, und aus dem Ganglion Gasseri oder der Portio major sich verstärkt, ist motorisch und sensibel. Betrachten wir zuerst die Eigenschaften des ersten Astes, Ramus ophthalmicus. Von seinen Zweigen beurkundet sich der N. nasociliaris durch seine vorzugsweise Verbreitung in der Nase und am innern Augenwinkel, in der Conjunctiva und dem Saccus lacrymalis als sensibler Nerv. Der N. frontalis könnte dagegen für motorisch gehalten werden, weil er sich nicht allein in der Stirnhaut und der Haut des obern Augenliedes, sondern auch mit kleinen Zweigen in dem Musculus orbicularis palpebrarum, frontalis und corrugator supercilii verbreiten soll. Allein in denselben Muskeln verbreiten sich auch Zweige des N. facialis, und Ch. Bell hat wahrscheinlich gemacht, dass der N. frontalis nur sensibel ist, und der N. facialis die motorischen Zweige für jene Theile abgiebt. Bell durchschnitt bei einem Mann, der an Gesichtsschmerz litt, den N. frontalis. Diese Durchschneidung war sehr schmerzhaft. Dagegen wurde bei einem anderen Kranken der Musculus corrugator supercilii gelähmt durch eiterige Zerstörung des obern Astes vom N. facialis bei einem Geschwür vor dem äussern Ohr. Neuerlich berichtet Bell, dass er zwei oder drei Fälle von Krankheit des N. ophthalmicus beobachtet habe, wobei gänzliche Unempfindlichkeit des Auges, der Augenlieder ohne Verlust des Gesichts stattfand. Magendie's *Journal. T. X. p. 9.*

Der zweite Ast des N. trigeminus ist auch ganz sensibel, und enthält, wie sich sicher beweisen lässt, durchaus keine motorischen Fasern. Mehrere Zweige desselben zeigen sich als sensibel durch ihre Verbreitung in nicht muskulöse Theile, wie der

N. dentalis anterior (Ast des N. infraorbitalis) und posterior, N. vidianus, N. nasales, palatini, nasopalatinus Scarpae. Dass der N. subcutaneus malae und infraorbitalis auch sensibel sind, geht aus ihrer vorzugsweisen Verbreitung in der Haut hervor; und dass der N. infraorbitalis, der sich vielfach mit dem N. facialis verflechtet und selbst mehr durch als in die Gesichtsmuskeln verbreitet, keine motorischen Fasern enthält, kann sicher bewiesen werden. C. Bell *exposition du syst. nat. des nerfs.* 1825. Bell in Meckel's *Archiv. Bd. VIII. p.* 401. Magendie *Journal. Tom. II. p.* 66. C. Bell *physiol. und pathol. Untersuchungen des Nervensystems, übers. von* Romberg. *Berl.* 1832. Eschricht *de functionibus nervorum faciei et olfactus organi. Hafn.* 1825. Ger. Backer *commentatio ad quaestionem physiologicam a facultate medica. acad. Rhenotraject. a.* 1828 *proposita. Traject. ad Rhenum* 1830.

Bell durchschnitt bei Thieren den N. infraorbitalis auf der linken Seite, den N. facialis auf der rechten Seite des Gesichts; hierauf folgte complete Unempfindlichkeit der linken Seite, Lähmung der Bewegung auf der rechten Seite. Die Durchschneidung des N. facialis erregte Zuckungen der Gesichtsmuskeln, die des N. infraorbitalis nicht. Bell durchschnitt bei einem Esel den N. infraorbitalis, bei einem andern Esel den Nervus facialis. Hier blieb die Sensibilität und verschwand die Muskelkraft; dort umgekehrt. Beim Esel brachte die mechanische Reizung des N. infraorbitalis heftige Schmerzen, aber keine Zuckungen hervor. Diese Versuche sind von Schoeps (Meckel's *Archiv* 1827. *p.* 409.) und mir (Froriep's *Not. Nr.* 647.) bestätigt worden. Bell hat einen pathologischen Fall beobachtet, wo ein Mann nach einer Verletzung des N. infraorbitalis die Empfindung in der Oberlippe verlor, ohne Verlust der Bewegung (Magendie *Journal de Physiol. Tom. X. p.* 8.). Bell hat sich indessen darin geirrt, wenn er glaubte, dass der N. infraorbitalis doch noch zur Bewegung der Oberlippe beim Ergreifen des Futters diene. Nach der Durchschneidung des N. infraorbitalis auf beiden Seiten wollte Bell bemerkt haben, dass der Esel das Futter nicht mehr mit den Lippen fasste, sondern bloss die Lippen auf den Boden drückte, um mit der Zunge das Futter zu fassen. Auch bemerkten Bell und Schoeps, dass nach der Durchschneidung des N. facialis auf einer Seite die Lippen doch noch auf beiden Seiten ihre Beweglichkeit beim Ergreifen des Futters geäussert haben. Dies hat zuerst Mayo berichtigt. *Anatom. and physiolog. comment. Lond.* 1822. *p.* 107. Mayo durchschnitt den Ramus infraorbitalis, worauf das Thier das Futter nicht mehr mit der Lippe ergriff, und sich der Lippe nur beschwerlich beim Kauen bediente; aber es konnte die Lippe öffnen, was Bell geläugnet hatte. Diese Phänomene glaubt Mayo mit Recht aus dem Verlust des Gefühls in den Lippen zu erklären, denn das Thier fühlte das Futter nicht mehr, wenn es auch dasselbe ergreifen konnte. Dass aber die Bewegung der Lippen von dem N. facialis abhängt, hat Mayo ausser Zweifel gesetzt. Denn nach dem Durchschneiden des N. facialis auf beiden Seiten erfolgte zugleich Lähmung aller Gesichtsmuskeln, auch der Lippen. Die Bewegung der Lippen auf

beiden Seiten, wenn die Durchschneidung des N. facialis bloss einerseits stattgefunden hat, erklärt Backer mit Recht aus dem passiven Mitbewegen der gelähmten Seite bei dem Zusammenziehen des Musc. orbicularis oris.

Meine eigenen Versuche über den N. infraorbitalis an Kaninchen sind folgende: Der N. infraorbitalis erregt, wenn man ihn auch noch so sehr mit einer Nadel reizt und zerrt, oder mit der Pincette quetscht, niemals eine Spur von Zuckung in den Muskeln der Schnauze. Ich schnitt den Nerven dicht an der Austrittsstelle durch, wobei das Thier ein sehr klägliches Geschrei und ungeheure Schmerzensäusserungen erhob. Das Ende des Nerven wurde mit beiden Metallplatten in Verbindung gebracht, nachdem der Nerv auf eine Glasplatte aufgelegt worden. Wir sahen keine Spur von Zuckungen in den entblössten Muskeln der Schnauze. Wohl aber entstanden Zuckungen, als der N. infraorbitalis mit der einen Platte, die Muskeln mit der andern Platte armirt wurden, weil in diesem Falle ein galvanischer Strom bis zu den Muskeln der Schnauze entstand und dort Zukkung erregte, an der der Nerv durch seine Kräfte keinen Antheil hatte. Als wir darauf auf das isolirte Ende des Nervus infraorbitalis beide Pole einer galvanischen Säule von 65 Plattenpaaren wirken liessen, zeigten sich bei Berührung an einzelnen Stellen des sehr breiten Nerven keine Zuckungen in den Muskeln der Schnauze, wohl aber bei der Berührung an anderen Stellen kleine Zuckungen, was uns unerwartet war und was man nur aus zwei Gründen erklären kann: 1. daraus, dass sich Aeste des Nervus facialis sogleich an den Nervus infraorbitalis an der Austrittsstelle anschliessen, und 2. daraus, dass bei einer starken galvanischen Säule das galvanische Fluidum nicht allein wie gewöhnlich den kürzesten Weg von einem zum andern Pol nimmt, sondern durch alle Leiter auch in Abwegen sich verbreitet. So erregt ein gequetschter Muskelnerv, über der gequetschten Stelle galvanisirt, keine Zuckungen mehr, weil die motorische Kraft unterbrochen ist; allein der Galvanismus wirkt hindurch auf das untere noch gesunde Stück, wenn man eine sehr kräftige Säule von 80—100 Plattenpaaren, und beide Pole über der gequetschten Stelle anwendet.

Es ist also aus den Versuchen von Bell, Schoeps, Mayo und meinen eigenen Beobachtungen bewiesen, dass alle Zweige des Ramus primus und secundus nervi trigemini, welche von der gangliösen Wurzel ausgehen, sensibel und nicht motorisch sind.

Der dritte Ast des N. trigeminus, welcher aus der Portio minor oder kleinen Wurzel und aus einem Theil der Portio major zusammengesetzt wird, ist offenbar motorisch und sensibel wie die Spinalnerven, nachdem sie aus einer gangliösen sensibeln, und einer nicht gangliösen motorischen Wurzel zusammengesetzt sind. Diess geht aus dessen Verbreitung hervor. Vergleicht man nun den N. trigeminus mit den Spinalnerven, so gleicht er ihnen auffallend in den beiden Wurzeln, beide haben eine gangliöse sensible und eine einfache motorische Wurzel; allein sie gleichen sich nicht mehr, sobald die Wurzeln zusammengetre-

ten sind. Denn in den Spinalnerven vermischen sich die Primitivfäden der sensiblen und der motorischen Wurzeln zu neuen Ordnungen von Nerven, welche motorische und sensible Fasern enthalten. Beim N. trigeminus dagegen bleibt der grösste Theil der sensiblen Portio major selbstständig, und der Ramus primus et secundus trigemini sind nur sensibel; nur der dritte Ast gleicht den Spinalnerven, indem er aus der Verbindung der motorischen Portio minor und eines Theils der sensiblen Portio major entsteht.

Der N. massetericus, temporalis profundus, buccinatorius, die Rami pterygoidei, N. mylohyoideus die Nerven des levator und tensor veli palatini und der Nerve des tensor tympani, welche unmittelbar oder mittelbar aus dem dritten Ast entspringen, sind offenbar motorische Nerven. Dass sie aber auch sensible Fasern enthalten, sieht man an den Zweigen, welche der N. massetericus dem Kinnbackengelenk giebt. Der untere hintere Theil des dritten Astes vom Nervus trigeminus enthält dagegen nur sensible Fasern. Der Nervus auricularis seu temporalis superficialis ist kein Muskelnerve, er verbindet sich mit dem Nervus facialis, sowohl mit dem Stamme als seinen Zweigen, und ertheilt diesem Nerven zum Theil die Sensibilität, die er ausser seiner motorischen Kraft besitzt. Der Ramus auricularis verbreitet sich bloss in empfindlichen Theilen, im äussern Gehörgang, äussern Ohr, in der Haut des Kopfes.

Der N. alveolaris inferior giebt den N. mylohyoideus nicht ab, sondern wie Bell bemerkt, haben der N. alveolaris und mylohyoideus gar keine Gemeinschaft, indem sie auf eine Strecke bloss parallel neben einander liegen bis zum Foramen alveolare. Der Stamm des Nerven ist aber offenbar nur sensibel durch die Zahnnerven und den Ramus mentalis. Dass letzterer Empfindungsnerve ist, beweist ein von Bell beobachteter Fall. Bei dem Ausreissen eines Zahnes wurde der N. mentalis mit verletzt und die Unterlippe empfindungslos (Magendie *Journal. T. X. p.* 8.). Dass der N. lingualis keine motorische Kraft besitzt, sondern Empfindungsnerve der Zunge ist, obgleich er sich auch in dem Zungenfleisch verbreitet, lässt sich ganz evident beweisen.

Schon Desmoulins bemerkt, dass, wenn man an einem Hunde den N. lingualis zerrt, das Thier schreit, aber die Zunge unbeweglich bleibt, dass, wenn man diesen Nerven nach dem Tode galvanisirt, die Zunge sich nicht bewegt. Ich habe diese Versuche bei Kaninchen während des Lebens angestellt. Der (vorher durchschnittene) N. lingualis bewirkt keine Spur einer Zukkung, wenn sein peripherisches Ende mit der Nadel gezerrt wird, und selbst dann nicht, wenn die beiden Pole einer galvanischen Säule von 65 Plattenpaaren auf ihn wirken. Wenn man aber einen Pol auf die Zunge, den andern auf den N. lingualis applicirt, so entstehen Zuckungen, weil der Nerve hier bloss ein feuchter thierischer Leiter des galvanischen Fluidums bis zu den Muskeln der Zunge ist. Froriep's *Not.* 647. Auch Magendie hat nach Durchschneidung des N. lingualis Empfindungslosigkeit der Zunge ohne Verlust der Bewegung bemerkt. Ich habe mich auch überzeugt, dass der N. lingualis Schmerz empfindet; dass

er auch Nerv des Geschmackes ist, wird später erwiesen. Aus allem bisher Angeführten geht hervor, dass der N. trigeminus durch seine grosse Wurzel der Empfindungsnerve des ganzen Vorder- und vordern Seitentheils des Kopfes (mit Ausschluss der eigentlichen Sinnesfunctionen des Geruchs, Gesichts, Gehörs), und dass er durch die Portio minor der motorische Nerve für alle Masticationsmuskeln ist. Daher hören nach der Durchschneidung des Stammes dieses Nerven in den Versuchen von Magendie alle diese Bewegungen und alle Gefühlsempfindungen am ganzen Kopf, Auge, Nase, Zunge auf, wie denn auch in Krankheiten des Stammes vom N. trigeminus oder seiner Wurzeln, derselbe Erfolg von Bell, Magendie, Serres beobachtet wurde. Nach der Durchschneidung dieses Nerven innerhalb des Schädels, die Magendie bei Kaninchen machte, und die Eschricht wiederholte, war die Empfindung an der ganzen Seite des Kopfes gelähmt. Die Nasenschleimhaut wie die Conjunctiva war unempfindlich, und Stiche und chemische Reize, wie Ammoniakflüssigkeit, brachten keine Schmerzen mehr hervor. Das Auge war trocken, die Iris zusammengezogen, das Nicken des Augenliedes hatte auf der kranken Seite aufgehört. Am folgenden Tage war das unverletzte Auge vom Reiz des Ammoniak entzündet, das gelähmte Auge nicht, und die Unempfindlichkeit hatte also die Ausbildung der Entzündung verhütet. In anderen Versuchen bewirkte die Durchschneidung des N. trigeminus nach mehreren Tagen Entzündung der Conjunctiva, Absonderung eiteriger Materie von den Augenliedern, im Auge selbst Iritis und Pseudomembranen, zuletzt zeigte sich Vereiterung des Auges. Das Zahnfleisch verdirbt und lockert sich auf, die Zunge wird auf der Seite der Verletzung weiss, und ihr Epithelium verdickt sich.

Die Gefühlsempfindung am Auge, z. B. in der Conjunctiva, ist wohl zu unterscheiden von den Gesichtsempfindungen, eben so wie die Gefühlsempfindung in der Nase, die sich durch Gefühl von Wärme, Kälte, Trockenheit, Kitzel, Jucken, Schmerz äussert, wohl von dem Geruch zu unterscheiden ist. Die Gesichtsempfindung hat in dem Auge nur durch den N. opticus statt, die Gefühlsempfindungen nur durch die Zweige des N. trigeminus; die Geruchsempfindung in der Nase hat eben so nur durch den Nerv. olfactorius, die Gefühlsempfindung nur durch die N. nasales vom N. trigeminus statt.

*Nervus glossopharyngeus.*

Aus den oben p. 614. angeführten Beobachtungen über ein an einem Theil der Wurzelfaden des N. glossopharyngeus befindliches Knötchen über dem Ganglion petrosum, geht hervor, dass auch dieser Nerve unter die gemischten gehört. Ich zeigte, dass sich die Wurzel dieses Nerven ganz wie die des trigeminus verhält, indem ein Theil davon in das Ganglion jugulare superius N. glossopharyngei anschwillt, während ein anderer Theil der Wurzel an dem Ganglion vorbeigeht. Damit stimmt auch seine Verbreitung überein. Denn er versieht theils den hintern Theil der Zungenschleimhaut, theils die Schlundmuskeln (namentlich den Musc. stylopharyngeus), und dass er motorische Kraft be-

sitzt, hat schon MAYO beobachtet, und ich sah bei einem Kaninchen noch nach dem Tode durch Galvanisiren dieses Nerven Zuckungen am Schlunde entstehen. Vergl. MAYO, MAGENDIE *J. d. physiol.* 3. 355.

*Nervus vagus cum accessorio Willisii.*

Der N. vagus schwillt in seinem ganzen Stamme innerhalb des Foramen lacerum in ein Ganglion an; er verhält sich also hier wie eine blosse Empfindungswurzel; da er nun gleich nach dem Durchtritt durch das Foramen lacerum einen Theil des Nervus accessorius in sich aufnimmt, so liegt es bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft sehr nahe, anzunehmen, dass der N. vagus durch die Aufnahme eines Theils des N. accessorius seine motorischen Fasern für den Ramus pharyngeus und die N. laryngei erhält. Aber schon vor der Entdeckung von den Eigenschaften der Wurzeln der Spinalnerven, nämlich 1805 stellte GOERRES den Vergleich der Wurzeln des vagus und accessorius mit den beiden Wurzeln eines Spinalnerven auf. GOERRES *Exposition der Physiologie. Coblenz* 1805. *p.* 328. Diese Idee wurde auch in neuerer Zeit von ARNOLD und SCARPA ausgesprochen, der vagus einer hintern, der accessorius einer vordern Wurzel verglichen und BISCHOFF hat sie in seiner schätzbaren Schrift (*nervi accessorii Willisii anatomia et physiologia. Heidelb.* 1832.) weiter ausgeführt und mit neuen und wichtigen Gründen unterstützt. Die Gründe, die man dafür anführen kann, sind folgende: Der N. accessorius theilt sich unterhalb des Ganglion nervi vagi in einen äussern, dem Musc. sternocleido-mastoideus und cucullaris bestimmten Ast, und in einen innern, mit dem N. vagus zusammenfliessenden Ast. Aus dem Zusammenfluss des N. vagus und accessorius entsteht der Ramus pharyngeus nervi vagi, aber ein Theil des N. accessorius setzt sich tiefer im N. vagus verflochten fort, und BISCHOFF vermuthet, dass von diesem Antheil auch die N. laryngei, namentlich der Laryngeus inferior, ihre motorischen Fasern haben. (BENDZ hat Fasern des accessorius bis in beide Nervi laryngei verfolgt.) Bei den Vögeln und Amphibien ist der N. accessorius auch noch vorhanden. BOJANUS hatte ihn von der Schildkröte, SERRES von den Vögeln beschrieben; BISCHOFF hat ihn bei mehreren Vögeln und Amphibien ausführlicher als einer seiner Vorgänger untersucht. Er entspringt bei den Vögeln nicht zwischen den hinteren und vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven, sondern über den hinteren Wurzeln aus den hinteren Rückenmarkssträngen, und reicht bis zum dritten Cervicalnerven. Aufwärts schliesst sich der Nerve dem N. vagus an, und schwillt mit den Wurzeln des N. vagus in das Ganglion nervi vagi an, so dass hier der Nerve ganz in den N. vagus übergeht, der dann wieder einen Zweig für die Halsmuskeln abgiebt, welcher dem äussern Ast des N. accessorius des Menschen entspricht; auch bei den Amphibien geht der N. accessorius ganz in den N. vagus über. Zu diesen anatomischen Gründen von BISCHOFF könnte man noch hinzufügen, dass der grösste Theil des N. vagus offenbar sensoriell ist, und die auf dem Magen sich verbreitenden Aeste bloss empfindlich seyn kön-

nen, indem es nicht möglich ist, durch Reizung des N. vagus am Halse der Thiere Bewegungen des Magens hervorzurufen. Unter den directen Experimenten von Bischoff für seine Ansicht ist nur eines von der Art, dass sich einigermassen zuverlässige Schlüsse daraus ziehen lassen. Er nahm bei einer Ziege einen Theil des Hinterhauptbeines weg, und durchschnitt alle Wurzeln des N. accessorius innerhalb der Schädelhöhle auf beiden Seiten. Schon beim Durchschneiden der Wurzeln auf einer Seite bemerkte er, dass die Stimme des beständig heulenden Thieres heiser würde, und dass die Rauhigkeit der Stimme immer mehr zunahm, je mehr Wurzeln er auch auf der linken Seite durchschnitt. Nach Durchschneidung aller Wurzeln hörte die Stimme ganz auf; hircus omnem vocem amisit et summissum quendam ac raucissimum tantummodo emisit sonum, qui neutiquam vox appellari potuit. Diese letzte Bemerkung ist aber kein absoluter Beweis für die Hypothese. Diese Experimente müssen leider wiederholt werden, um über den interessanten Gegenstand ins Klare zu kommen. Ausserdem muss ebenfalls die von mir bei den Rückenmarksnerven angewandte Methode des mechanischen und galvanischen Reizes auf die Wurzeln hier versucht werden, um zu sehen, ob bei einem frisch getödteten Thier der mechanische und galvanische Reiz, auf den N. accessorius in der Schädelhöhle noch applicirt, Zuckung des Schlundes verursacht, und ob der N. vagus unter denselben Umständen nicht auch Zuckungen des Schlundes verursacht. Ich habe selbst einmal den Versuch auf diese Art angestellt. Um so schnell wie möglich zu diesen Wurzeln zu kommen, wurde an einem grossen lebenden Hunde, dem man vorher den Schlund blossgelegt hatte, der Schädel aufgesägt, auch der Bogen des ersten Halswirbels mit einer Knochenzange weggebrochen, darauf das kleine Gehirn abgetragen, bis man die Wurzeln des N. vagus und accessorius vor sich hatte; diese wurden von der Medulla oblongata abgeschnitten, und nun wurde die Wurzel des N. vagus sowohl mechanisch, als mit einem einfachen galvanischen Plattenpaar gereizt. Bei der mechanischen und galvanischen Reizung des N. vagus entstand ganz deutlich eine Zusammenziehung im Schlunde. Dieser Versuch spricht gegen die Theorie, indess bin ich selbst wieder misstrauisch dagegen geworden. Denn es kömmt darauf an, dass man bei dem Reizen der Wurzel des N. vagus mit der grössten Vorsicht alle Wurzelfäden des N. glossopharyngeus ausschliesst. Indessen lässt sich bei Wiederholung dieser Versuche nach der von mir angegebenen Methode bald die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der Hypothese entscheiden. So Vieles für diese Ansicht aus den vorher-angeführten schätzbaren Beobachtungen von Bischoff auch spricht, so darf man doch einige anatomische Gründe dagegen sich nicht verschweigen. Der erste ist der Ursprung des N. accessorius mehr aus dem hintern als vordern Theile des Rückenmarks, namentlich ganz bei Vögeln und Amphibien. Doch würde diess kein vollgültiger Einwurf seyn, da, was von den Wurzeln der Rückenmarksnerven gilt, von den Rückenmarkssträngen durchaus nicht ausgemacht ist, überdiess der N. accessorius deut-

licher Muskelnerve ist. Ein anderer wichtigerer Einwurf gegen jene Theorie liegt in der öfter stattfindenden Beziehung des N. accessorius zu den hinteren Wurzeln der Halsnerven. Mayer sah einmal ein kleines Ganglion an einem Faden der hinteren Wurzel des zweiten und des dritten Halsnerven, welches sich durch einen Faden mit dem N. accessorius verband. Mayer sah auch zuweilen die hintere Wurzel des ersten Halsnerven mit dem N. accessorius in Verbindung. *Act. nat. cur. Vol. XVI. p.* 2. Interessant ist besonders der von mir beobachtete Fall, wo der N. accessorius ganz allein die hintere Wurzel des ersten Halsnerven abgab, und sich an der Abgangsstelle dieser Wurzel an der letztern ein Knötchen zeigte. Mueller's *Archiv für Anat. und Physiol.* 1834. *p.* 12. und 1837. *p.* 279. Am N. accessorius sah Hyrtl auch öfter dann ein Knötchen, wenn dieser Nerve die hintere Wurzel des ersten Halsnerven nicht aufnimmt; es lag dann immer am Eintritt der art. vertebralis in die Schädelhöhle; auch hat Remak neulich in einem einzigen Fall ein Knötchen am N. accessorius bei seinem Durchtritt durch das Foramen lacerum beobachtet und mir gezeigt. Derselbe sah einen Theil der Fasern des Vagus an seinem Ganglion beim Kaninchen vorbeigehen. Dass der N. accessorius immer sensorielle Elemente enthalte, behaupte ich nicht, sondern lasse es ungewiss. In jedem Fall aber, wo der accessorius ein näheres Verhältniss zur hintern Wurzel des ersten oder irgend eines andern Spinalnerven eingeht, muss man eine solche Einmischung vermuthen, wie ich sie in dem oben erwähnten Fall speciell anatomisch nachgewiesen habe, und es wird in demselben Grade die Idee von Monro wahrscheinlich, dass die Verbindung des N. accessorius mit der hintern Wurzel des ersten und zweiten Halsnerven diesem Nerven ein Aequivalent für eine hintere Wurzel sei. Monro *Bemerkungen über die Structur und die Verrichtungen des Nervensystems. Leipz.* 1787. Unsere Ansicht von beiden Nerven ist diese: Der Nervus vagus entspricht grösstentheils der hintern Wurzel eines Spinalnerven; dass er ihr in allen Fällen ganz entspreche, lässt sich nicht sicher behaupten, da ein schon angeführter Versuch dafür spricht, dass die Wurzel des vagus auch motorische Elemente enthalten kann und bei einigen Thieren ziemlich starke Fascikel von Fasern seiner Wurzel am Wurzelganglion des vagus vorbeigehen. Leicht kann das Verhältniss umgekehrt wie beim hypoglossus seyn, der nur grösstentheils ein motorischer Nerve ist. Der Nervus accessorius ist wahrscheinlich grösstentheils motorischer Nerve und entspricht anatomisch mehr einer ganglienlosen vordern Wurzel eines Spinalnerven, enthält aber offenbar in vielen Fällen sensorielle Fasern (vielleicht immer) durch sich selbst oder durch die Verbindung mit der hintern Wurzel des 1. und 2. Halsnerven. Vergl. Bendz *de connexu inter vagum et accessorium. Havniae.* 4. Mueller's *Arch.* 1837. *Jahresb. XXIII.*

*Nervus hypoglossus.*

Beim Ochsen und einigen anderen Säugethieren, wo die von Mayer entdeckte kleine hintere gangliöse Wurzel des N. hypoglossus vorkömmt, gehört auch dieser unter die gemischten

Nerven mit doppelten Wurzeln, obgleich er beim Menschen seinen Wurzeln nach meist nur motorisch ist, und erst auf dem Wege seiner Verbreitung durch Verbindungen sensible Fäden aufnimmt. Bedenkt man nun, dass die gewöhnlichen Wurzeln dieses Nerven in einer Reihe mit den vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven entspringen, dass er bei einigen Säugethieren eine hintere Wurzel hat, dass die hintere Wurzel des auf ihn folgenden ersten Halsnerven zuweilen fehlt, und dieser dann ausnahmsweise dem N. hypoglossus gleicht, während sich der N. hypoglossus des Ochsen dem gewöhnlichen Verhalten des ersten Halsnerven ausnahmsweise nähert, so ist es unzweifelhaft, dass der N. hypoglossus trotz seinem Durchgang durch eine im Schädel selbst gelegene Oeffnung doch gleichsam als der erste Spinalnerve zu betrachten ist, der nur noch mehr als der erste Halsnerve und die untersten Spinalnerven von den übrigen Spinalnerven abweicht.

Hauptsächlich ist dieser Nerve motorisch, wie aus Magendie's, Mayo's und meinen Versuchen an Kaninchen hervorgeht. Froriep's *Not.* 647. Wenn man nämlich den N. hypoglossus zerrt, quetscht oder mit einem einfachen Plattenpaar galvanisirt, entstehen die heftigsten Zuckungen in der ganzen Zunge bis an die Spitze. Die Section des N. hypoglossus an einem lebenden Thiere paralysirt die Bewegungen der Zunge. Dieser Nerve ist also die Ursache der Schlingbewegungen der Zunge und der articulirten Sprachbewegungen, so weit sie von der Zunge abhängen. Seine Wirksamkeit dehnt sich aber nicht bloss auf die Zunge aus, er ist auch der Nerve der grossen Kehlkopfmuskeln.

Dass der N. hypoglossus auch Sensibilität besitzt, behaupten Desmoulins, Magendie und Mayo, indem er gezerrt bei Hunden und Katzen Schmerz verursache. Bei Hunden kann diess von der hier vorhandenen kleinen hintern Wurzel desselben herrühren. Bei der Katze hat Mayer diese hintere Wurzel nicht gefunden; hier kann die Sensibilität desselben von Empfindungsfasern herrühren, die er von anderen Nerven auf seinem Verlaufe aufnimmt, wohin die Verbindungen desselben mit dem Ganglion im Stamme des Nervus vagus und mit den ersten Halsnerven zu rechnen sind.

### Vorzugsweise motorische Nerven, welche auf ihrem Wege Empfindungsfasern durch Verbindungen mit anderen Nerven aufnehmen, oder zugleich Empfindungsfasern in ihrer nicht gangliösen Wurzel enthalten.

*Augenmuskelnerven. N. oculomotorius, trochlearis, abducens.*

Die Augenmuskelnerven haben zugleich einige Empfindung, wie sie den Muskeln überhaupt eigen ist. In anderen Muskeln kann die Empfindung von dem Antheil sensorieller Fasern der hintern Wurzeln abgeleitet werden, welche zugleich zu den Muskeln hingehen. Bei den Augenmuskeln fällt indess diese Erklärung weg. Jedermann ist bekannt, dass heftige Bewegungen in den Augenmuskeln mit dem Gefühl einer unangenehmen Span-

nung in denselben begleitet sind. Rühren diese Empfindungen von einigen sensoriellen Fasern her, welche die motorischen einfachen und ganglienlosen Wurzeln der Augenmuskeln zugleich enthalten, oder werden ihnen diese Empfindungsfasern auf ihrem Wege erst zugemischt? Schon öfter und auch von mir wurde eine Verbindung des Nervus trochlearis mit dem ersten Ast des trigeminus beobachtet. Ich sah beim Kalb ein Zweigelchen vom 1. Ast des Trigeminus auf den Stamm des Oculomotorius übergehen. Ungewiss ist, ob aus der sensoriellen langen Wurzel des ganglion ciliare a nervo nasali Empfindungsfasern nicht bloss auf die Ciliarnerven, sondern auch auf die kurze Wurzel und auch so auf den oculomotorius übergehen. Zum Nervus abducens würde man jedenfalls keine Empfindungsfasern, aus anderen Nerven ableiten können. Unter diesen Umständen muss es unentschieden bleiben, woher diese Nerven diejenigen Fasern haben, wodurch sie zugleich empfindlich sind.

*Nervus facialis.*

Der N. facialis ist der eigentliche Bewegungsnerve aller Gesichtsmuskeln (mit Ausnahme der Kaumuskeln), des Musc. occipitalis, der Ohrmuskeln, des Musc. stylohoideus, des hinteren Bauches vom Musc. digastricus maxillae inf. (der vordere Bauch wird vom N. mylohoideus aus dem dritten Ast des N. trigeminus versehen), und des platysma myoides. Bei den Vögeln scheint er sich bloss im Musc. styloglossus und Hautmuskel des Halses zu verbreiten. Nach der Durchschneidung des N. facialis bei Thieren sind die Gesichtsmuskeln sammt und sonders gelähmt: Die Augenbraunen werden nicht mehr erhoben, die Augen nicht mehr geschlossen, die Ohrmuskeln sind gelähmt, die Schnauze hängt unbeweglich etc. Diese Versuche sind von Bell, Mayo, Schoeps, Backer, von mir und Andern angestellt worden. Backer bemerkte nach Vergiftung mit Nux vomica, dass nach Durchschneidung des N. facialis sogleich die Gesichtsmuskeln ruhig wurden, während die übrigen Muskeln ihre Krämpfe fortsetzten. Die Versuche, welche ich über die Kräfte dieses Nerven angestellt habe, sind in Froriep's *Notizen*, 648. erzählt. Wenn ich den Nervus facialis mit der Nadel reizte oder mit der Pincette quetschte, so entstanden die lebhaftesten Zuckungen in den Muskeln des Gesichts, je nach den verschiedenen Aesten, welche gereizt wurden, in der Schnauze, in den Augenliedern. Dasselbe erfolgt, wenn man mit einem einfachen Plattenpaar den Nerv. facialis galvanisirt. Der Nerv. facialis ist also motorischer Nerv aller Gesichtsmuskeln; pathologische, von Bell beobachtete Fälle bestätigen diess. Ein Mann erhielt einen Pistolenschuss, die Kugel drang in das Ohr und verletzte den N. facialis an seinem Ursprunge. Es erfolgte Verlust der Bewegung des Gesichts derselben Seite, ohne Verlust der Empfindung. Der zweite Fall betrifft einen Mann, der durch das Horn eines Ochsen an dem Austritte des N. facialis verletzt wurde. Die ganze Seite des Gesichts ist unbeweglich, die Augenlieder dieser Seite bleiben offen, der Mundwinkel verzogen, der Nasenflügel beim tiefen Ath-

men unbeweglich, die Gesichtsmuskeln sind auf dieser Seite endlich atrophisch geworden. Die Sensibilität fehlt bei diesem Manne in den gelähmten Theilen nicht. Der N. facialis wurde bei der Exstirpation einer Geschwulst vor dem Ohre getheilt. Derselbe Erfolg. Bell in Magendie's *Journal. T. X. p.* 7.

Bell hatte geglaubt, verschiedene Muskeln des Gesichts, z. B. der Lippen, der Schnauze, könnten in Hinsicht der physiognomischen Bewegungen gelähmt seyn, während die Kaubewegungen dieser Muskeln fortdauern, und umgekehrt, und leitete diess davon ab, dass diese Muskeln Aeste vom N. infraorbitalis und vom facialis erhielten. Der N. infraorbitalis hat indess keine Spur von motorischer Kraft, und die Muskeln sind nach Lähmung des N. facialis für jede Art der Bewegung gelähmt, ausser den eigentlichen Kaumuskeln, die aber dem N. facialis überhaupt nicht unterworfen sind, sondern von der motorischen Portio minor des N. trigeminus abhängen.

Bisher haben wir den N. facialis als motorischen Nerven betrachtet, als welchen ihn Bell ansah, so dass er diesen Nerven für allein motorisch und nicht für sensibel hielt. Er ist aber bei seiner Bewegungskraft zugleich sehr sensibel.

Schoeps sah die Section des N. facialis beim Kaninchen schmerzlos, bei der Katze aber sehr schmerzhaft. Allein hier muss sich Schoeps geirrt haben, denn die Durchschneidung des N. facialis ist nach meinen Versuchen an Kaninchen überaus schmerzhaft, so dass die Thiere sehr schreien, wenn der Nerve durchschnitten wird. Auch Magendie fand die Section des N. facialis mehr oder minder schmerzhaft. Mayo bemerkte eine geringe Sensibilität am N. facialis des Esels, eine sehr ausgezeichnete dagegen beim Pferd, Hund, Katze. Auch Backer fand die Section bei Katzen durchaus schmerzhaft. l. c. p. 64. Eben so Eschricht. Ob nun aber die sensiblen Fasern des N. facialis ihm selbst von seinem Ursprung an eigenthümlich, oder ob er sie von seinen zahlreichen Verbindungen mit dem N. trigeminus (nämlich mit dem N. temporalis superficialis, subcutaneus malae, infraorbitalis, mentalis) her hat, ist eine andere Frage. Diese Frage hatte Eschricht zum Vortheil der letztern Ansicht entschieden. Eschricht durchschnitt den N. trigeminus in der Schädelhöhle; der N. facialis war hierauf noch schmerzhaft. In einem zweiten Versuche durchschnitt er den linken N. trigeminus; der N. facialis hatte keine Empfindung mehr, während er auf der gesunden Seite noch Empfindung hatte. In einem dritten Versuche durchschnitt Eschricht den N. trigeminus sinister, und bemerkte am vorderen Theil des N. facialis sinister keine Empfindung, wohl aber am hinteren Theil des N. facialis unter dem äussern Gehörgange. Hieraus und aus einem ähnlichen Versuch schloss Eschricht, dass der N. facialis nach Durchschneidung des N. trigeminus in seinem vordern Theile unempfindlich werde, in seinem hintern Theile aber die Empfindung behalte. Dass die Verbindung mehrerer Zweige des N. facialis mit Zweigen des N. infraorbitalis nicht dem N. facialis die Empfindung nach rückwärts mittheile, beweist ein ganz guter einfacher Versuch beim

Hunde von Gaedechens, der nach Durchschneidung der Aeste des N. facialis, die sich mit dem N. infraorbitalis verbinden, diesen noch ganz empfindlich fand. Derselbe durchschnitt ferner beim Hunde einen ansehnlichen Ast des N. facialis, der sich mit dem N. infraorbitalis verband; dieser Ast war an dem Stück, welches vom N. facialis getrennt war, unempfindlich, hatte also seine Empfindung nicht vom N. infraorbitalis, mit dem er noch zusammenhing, sondern vom N. facialis selbst, oder von Verbindungen des N. facialis mit Aesten des N. trigeminus, die viel weiter nach hinten liegen, wie z. B. vom N. temporalis superficialis, der sich mit dem N. facialis schon vor und unter dem äussern Ohr verbindet.

So viel ist aus den Versuchen von Eschricht gewiss, dass der N. facialis nicht alle Empfindungsfasern vom N. trigeminus hat. Diess haben Einige dadurch zu erklären gesucht, dass der N. facialis selbst durch verschiedene Wurzeln zweierlei Fasern enthalte und unter die gemischten Nerven gehöre. Man hat die Portio intermedia Wrisbergi an der Wurzel des N. facialis in diesem Sinne betrachtet, und die Anschwellung am Knie des N. facialis für ein Ganglion eines Empfindungsnerven angesehen. Gaedechens *nervi facialis physiologia et pathologia. Heidelb.* 1832. Indessen die Anschwellung des Nervus facialis am Knie desselben wird an der Zutrittsstelle von Zweigen, die mit dem N. sympathicus zusammenhängen, auf ähnliche Weise wie das Ganglion sphenopalatinum am zweiten Ast des trigeminus gebildet. Zum Knie des Facialis treten der N. petrosus superficialis major, minor und der von Bidder entdeckte petrosus superficialis tertius. Siehe Mueller's *Archiv.* 1837. *Jahresbericht XXVI.* Die blosse Existenz der portio intermedia Wrisbergi beweist noch nicht eine sensorielle besondere Wurzel, dazu gehört nothwendig ein Knoten an diesem Theile der Wurzel; denn wollte man jedes Wurzelbündel eines Nerven für eine Wurzel eigener Art halten, so würde man dem N. accessorius mehrere, sogar viele Functionen, dem N. hypoglossus in vielen Fällen zwei, dem N. olfactorius drei Functionen zutheilen müssen.

Wir werden daher darauf angewiesen, anzunehmen, dass der N. facialis entweder an seinem Ursprunge noch durchaus einfach und bloss motorisch ist, oder dass er sensible Fäden schon vom Gehirn an enthält, ohne eine besondere sensible Wurzel zu haben. Die letztere Annahme ist nicht nothwendig. Es lässt sich sogar mit Bestimmtheit die Quelle anzeigen, woher der Rest von Empfindlichkeit kommt, welchen der N. facialis unter dem äussern Gehörgang noch hat, selbst dann, wenn der N. trigeminus im Stamme durchschnitten worden ist. Diess ist nämlich eine Verbindung eines Zweiges des N. vagus mit dem Stamme des N. facialis im Fallopischen Kanal, eine Verbindung, die beim Menschen sowohl als bei Thieren vorkömmt. Diese merkwürdige Zusammensetzung des N. facialis, welche Alles vollkommen erklärt, ist zuerst beim Menschen von Comparetti (*de aure interna. Patavii* 1789. *p.* 109. 133.) entdeckt und auch von Cuvier beim Kalb beschrieben worden. *Vergl. Anat., übers. von* Meckel. 2. *p.* 227.

Der N. vagus giebt nämlich unter spitzem Winkel einen starken Ast durch einen besonderen Knochenkanal zum N. facialis; dieser Ast geht mit einem Zweig geradezu in den N. facialis über; mit der Fortsetzung des Astes verbreitet er sich am äussern Ohr. Dieser Nerve, den wir beim Kalb sowohl als beim Menschen gesehen haben, ist offenbar die Hauptursache der Empfindlichkeit des N. facialis.

## *III. Capitel.* Von den sensitiven und motorischen Eigenschaften des Gangliennerven.

1) *Der Gangliennerve hat Empfindung.* Einige Beobachter haben diesem Nerven die Fähigkeit, Empfindungseindrücke zu leiten, abgesprochen. Bichat hat das Ganglion coeliacum des Hundes mechanisch und chemisch gereizt, ohne Schmerz zu erregen. Dupuy schnitt den Thieren das Ganglion cervicale inferius, ohne dass sie Schmerz empfanden, aus. Auch Wutzer konnte an den Lendenknoten eines Hundes keinen Schmerz erregen. *De gangl. fabrica. Berol.* 1817. Damit stimmen auch die Beobachtungen von Magendie und Lobstein überein. Dagegen hat Flourens bei solchen Versuchen immer mehr oder weniger deutliche Zeichen des Schmerzes beobachtet. *Versuche über das Nervensystem. p.* 181. Brachet sah bei seinen Versuchen bald Schmerzensäusserungen, bald nicht. *Recherches sur les fonctions du syst. nerveux ganglionaire. Paris* 1830. *p.* 307. Auch Mayer hat beobachtet, dass beim Durchschneiden des Ganglion cervicale supremum, so wie bei Reizung des Plexus solaris, die Thiere deutliche Schmerzensäusserungen von sich gaben. *Act. nat. cur. XVI. p.* 2. Diesen letzteren Naturforschern muss ich nach meinen Beobachtungen durchaus beistimmen. Ich sah nicht allein mehrmals bei mechanischer und chemischer Reizung des Ganglion coeliacum bei Kaninchen deutliche Zeichen des Schmerzes, sondern habe auch bei den mit Dr. Peipers angestellten, p. 468. erwähnten Versuchen beim Unterbinden der Nierennerven immer ganz deutliche Zeichen eines lebhaften Schmerzes beobachtet. Deutlicher noch als Versuche beweisen die krankhaften schmerzhaften Empfindungen in den allein vom Gangliennerven versehenen für die Empfindlichkeit dieses Nerven. Ich muss E. H. Weber vollkommen beistimmen, wenn er sagt: ich meines Theils halte die alltäglichen Beobachtungen über die Schmerzen in diesen Theilen, welche unempfindlich seyn sollen, für beachtenswerther als jene Experimente. Hildebrandt's *Anatomie.* 3. 355. Gleichwohl sind die Empfindungen in den vom Gangliennerven versehenen Theilen ungleich schwächer und dunkler als in allen anderen Theilen; denn wir empfinden selten die sehr kalt oder heiss genossenen Speisen im Magen, oder eben so wenig bringen heftige Reize der äussern Haut, wie Senf, Meerrettig etc., in diesen Theilen Empfindungen hervor, und nur sehr heftige Eindrücke können die ganze Empfindungskraft dieser Theile so stark, wie in anderen Organen aufregen, was man durch die Reil'sche

Hypothese erklärt hat, dass die Ganglien die Natur eines Halbleiters haben, gewöhnlich die Leitung schwächerer Eindrücke verhindern, und nur bei grosser Intensität der Reizung die Leitung zulassen. Obgleich diese Ansicht sich nicht streng beweisen lässt, so scheint doch eine Beobachtung von Brachet (a. a. O. p. 307.) dafür zu sprechen. Brachet will nämlich an einem lebenden Schaf die Ganglia thoracica des Ganglienнerven gereizt haben. Er durchschnitt die Rippenknorpel der rechten Seite, ziemlich nahe am Brustbein, hielt die Lunge gegen das Sternum und erkannte nun die Ganglia thoracica des Ganglienнerven zu den Seiten der Wirbelsäule. Brachet beobachtete keine Schmerzenszeichen, wenn er die Ganglien oder den Grenzstrang zwischen diesen Ganglien stach; als er aber einen Ramus communicans des Ganglienнerven mit einem Spinalnerven reizte, entstanden deutliche Schmerzenszeichen, was er in wiederholten Versuchen wiedersah. Auch beobachtete derselbe, dass Ganglien, welche anfangs unempfindlich schienen, durch öftere Reizung empfindlich wurden.

2) *Der Ganglienнerve besitzt motorischen, aber unwillkührlichen Einfluss auf die von ihm versehenen Theile.* Da die Zusammenziehungskraft der Muskeln, wie aus meinen und Sticker's Versuchen hervorgeht, von ihrer Wechselwirkung mit den Nerven abhängt, einige Zeit nach der Durchschneidung ihrer Nerven, wenn diese unverheilt sind, so gut wie die Nervenreizbarkeit vergeht, so folgt, dass auch die Zusammenziehungen der unwillkührlichen Muskeln unter der Herrschaft der Nerven stehen müssen, und nicht wie Haller glaubte, ihnen als Muskel selbst eigen sind. Wir besitzen auch einige directe Beweise vom motorischen Einfluss des Ganglienнerven auf die Muskeln. A. v. Humboldt hat durch Galvanisiren der N. cardiaci bei Säugethieren Bewegungen des Herzens hervorgerufen. Da diese Versuche noch mit dem einfachen galvanischen Reize angestellt waren, so haben dieselben allerdings einen hohen Werth. Auch Burdach sah Verstärkung des Herzschlages eines getödteten Kaninchens, als er das Halsstück des Ganglienнerven oder das untere Halsganglion armirte. *Physiol.* 4. 464. Ebenderselbe hat bei einem getödteten Kaninchen durch Betupfen des Ganglienнerven mit caustischem Kali oder ätzendem Ammonium den Herzschlag wieder beschleunigt, was mir nicht gelingen wollte. Wutzer sah, als er das zweite Ganglion lumbare, das durch untergelegtes Glas isolirt war, durch die Pole einer Säule armirte, alle Theile des Unterleibes und selbst die Schenkelmuskeln dieser Seite in Zittern gerathen (a. a. O. p. 127.), und ich selbst sah, als ich den N. splanchnicus eines Kaninchens durchschnitt, das peripherische, mit dem Darmkanal verbundene Stück auf einer Glasplatte isolirte, und mit einer Säule von 65 Plattenpaaren armirte, die peristaltischen Bewegungen des ganzen Darms lebhafter werden, und als sie schon aufgehört hatten, sich wieder erneuern. Die letzten Versuche von Wutzer und mir beweisen eigentlich nicht viel und sind fehlerhaft, weil die galvanische Action zu stark war; in diesem Falle kann das galvanische Fluidum durch einen Ner-

ven als durch einen blossen nassen Leiter bis zu dem beweglichen Theile, dem Darm, fortgepflanzt werden, und es ist eben so gut als wenn man den Darm selbst galvanisirt hätte. In WUTZER's Fall sprang sogar das galvanische Fluidum, nicht das Nervenprincip, auf die Schenkelnerven oder den Plexus lumbalis und sacralis über. Einen sicheren Beweis für den motorischen Einfluss des Ganglienнerven liefert ein von mir öfter mit gleichem Erfolg angestellter Versuch am Ganglion coeliacum des Kaninchens. Wurde die Bauchhöhle eines Kaninchens geöffnet, worauf die Bewegungen des Darms an der Luft sehr lebhaft werden, so wartete man so lange, bis diese Bewegungen wieder ganz nachgelassen oder aufgehört haben. Dann wurde das Ganglion coeliacum mit Kali causticum betupft, und sogleich wurden die peristaltischen Bewegungen des Darms wieder ausserordentlich lebhaft.

Es entsteht nun die Frage, ob in dem Gangliennerven nur einerlei Art Fäden enthalten sind, und ob diese zur Ernährung, Empfindung und Bewegung gleich tauglich sind, indem sie Empfindungsactionen erregen, insofern sie auf das Gehirn wirken, Ernährungsactionen und Bewegungsactionen, insofern sie in peripherischer Richtung thätig sind. Diess ist an sich schon unwahrscheinlich. Es würde dann nämlich jede Reizung der Absonderung im Darmkanal auch mit vermehrter Bewegung, jede vermehrte Bewegung mit vermehrter Absonderung verbunden seyn. Es wird daraus schon vorläufig wahrscheinlich, dass auch im Gangliennerven Empfindungs- und Bewegungsfasern enthalten sind, ja dass er sogar noch eine dritte Art, nämlich organische Fasern zur Regulirung der chemischen Processe enthält. Um diese Frage genauer zu beantworten, müssen wir den Zusammenhang des Gangliennerven mit den Empfindungs- und Bewegungsnerven genauer erwägen.

Es ist eine alte Streitfrage, ob die Verbindungen des Gangliennerven mit den Stämmen der Cerebral- und Spinalnerven als Wurzeln als Verbindungsäste des Gangliennerven zu betrachten sind. Die mikroskopische Analyse dieser Verbindungen entscheidet, dass viele derselben Wurzeln aus den Cerebrospinalnerven in den Gangliennerven leiten, dass andere hingegen Elemente des Gangliennerven in die Cerebrospinalnerven leiten. So wird sich hernach zeigen, dass der carotische Theil des Ganglien grossentheils nicht bloss Wurzel des Gangliennerven ist, vielmehr grossentheils Elemente des Gangliennerven in Hirnnerven zu peripherischer Verbreitung einmischt. Der an den 1. und 2. Ast des trigeminus und an den Nervus abducens sich anschliessende Theil der carotischen Stränge giebt diesen Nerven graue Bündel zu peripherischer Verbreitung ab, und diese grauen Bündel sind keine Wurzeln. Dagegen empfängt der Gangliennerve von einem Theil der Hirnnerven und namentlich von den gemischten Hirnnerven und von allen Spinalnerven wahre Wurzeln, welche aus den Wurzelfäden dieser Nerven abgehen und zu peripherischer Verbreitung im Gangliennerven weiter gehen. Das Verhältniss zu den Hirnnerven ist sehr verwickelt, einfach

und leicht zu ermitteln bei den Spinalnerven. Aus der Untersuchung der letztern erhält man die Principien für die Untersuchung der Verbindungen mit dem Hirnnerven. Leicht also sieht man an jedem Thier, dass von den Wurzeln jedes Spinalnerven sich ein Theil ablöst um in die Gangliennerven einzutreten. Diess ist der ramus communicans. Seine Fasern gehen grösstentheils vom Spinalnerven ab und zu dem Gangliennerven.

Nun fragt sich, ob der Gangliennerve durch seine Wurzeln zugleich motorische und sensible Fäden vom Rückenmark und Gehirn erhalte. Nach Scarpa's und Wutzer's früheren Untersuchungen hängt der Gangliennerve mit jeder der beiden Wurzeln der Rückenmarksnerven zusammen, und erhielte also sowohl motorische als sensible Fasern, wie er nach den von ihm beherrschten Functionen der Eingeweide haben muss. Die Empfindlichkeit ist zwar in den vom Gangliennerven versehenen Organen nicht sehr stark, aber entschieden vorhanden, nur dunkel und in Hinsicht des Ortes nicht deutlich und umschrieben, kann aber in Krankheiten eben so lebhaft und bestimmt werden, als in allen anderen Theilen. Die vom Gangliennerven versehenen Eingeweide sind übrigens nur unwillkührlich beweglich. Dieser letztere Umstand hat Scarpa in der neuern Zeit verleitet, dem Gangliennerven allen motorischen Einfluss abzusprechen, und die Ursache der Bewegungen der unwillkührlich beweglichen Theile, allein in diesen Theilen selbst zu suchen. Diese Ansicht gründete sich besonders auch auf neue Beobachtungen von ihm über den Ursprung des Gangliennerven, welchen er bloss von den hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven ableitet. Scarpa *de gangliis nervorum deque essentia nervi sympathici, ann. univ. de medicina.* 1831. Dieser grosse Anatom hat ein Beispiel gegeben, wie man im Alter nicht gegen die Fortschritte der Wissenschaft eingenommen seyn sollte (Einige antiquiren sich schon vor dem Alter); Scarpa hat gerade in seiner letzten Schrift den lebendigsten Antheil an der grossen Umgestaltung der Nervenphysiologie gezeigt; aber in Hinsicht jener Behauptung von dem Ursprung der Rückenmarksnerven hatte ihn die Schärfe seiner Sinne verlassen. Untersuchungen von mir (Meckel's *Archiv.* 1832. *p.* 85.), Retzius (ebend. p. 260.), Mayer (*Nov. act. XVI. p.* 2.) und Wutzer (Mueller's *Archiv*, 1834. *p.* 305.) haben nämlich erwiesen, dass die frühere Darstellung von Wutzer über den Ursprung des Gangliennerven von beiderlei Wurzeln der Rückenmarksnerven die ganz richtige war. Mayer hat sogar die dem Gangliennerven angehörenden Fasern an den Wurzeln der Rückenmarksnerven bis zum Rückenmark selbst verfolgt. Dieser Nerve enthält also motorische und sensible Fasern. Die mikroskopische Untersuchung dieser Wurzelfäden des Gangliennerven von den Spinalnerven zeigt, dass sie ähnliche röhrige Fasern, wie die Spinalnerven selbst enthalten. Diese Röhrenfasern sind zwar feiner und bleiben es in ihrem ganzen Verlauf im Gangliennerven; aber Röhre und Inhalt der Fasern ist hier so deutlich als in den Spinalnerven selbst. Sie sind zarter und deswegen bilden sich durch Druck und Dehnung leichter als an

den Röhren der Spinalnerven die Varicositäten aus. Im unversehrten Zustande sind sie niemals varicös. In diesen Puncten unterscheidet sich daher der Gangliennerve nicht wesentlich von andern Nerven, auch bleiben die röhrigen Fasern im Verlauf des Ganglienuerven eben so getrennt und ohne Anastomosen wie in den übrigen Nerven. Das Eigenthümliche am Ganglienuerven erscheint nur in der Art, wie er seine Wurzelfäden sammelt und wieder zu peripherischer Verbreitung abgiebt. Die von den Wurzeln kommenden Fäden laufen nämlich eine Strecke im Grenzstrang des Ganglienuerven fort und gehen dann erst von ihm ab. Dadurch entsteht ein scheinbar zusammenhängender Strang vom Ganglion cervicale supremum bis zum Ganglion coccygeum. Ich sage scheinbar zusammenhängender Strang; denn dass die vom Ganglion cervicale supremum kommenden Fasern bis zum Ende des Grenzstranges fortlaufen sollten, ist eine durch keinerlei Thatsachen gerechtfertigte Vorstellung. Die Fasern, welche zuerst in den Grenzstrang treten, gehen auch zuerst wieder von ihm ab, dann die folgenden und so weiter, zuerst die Nervi cardiaci, dann die Nervi splanchnici, dann die renales, dann die aortici, u. s. w. Diess Entspringen und Abgeben lässt sich mit dem Verhalten des Musculus sacrolumbaris an den Rippen vergleichen, welcher an der inneren Seite Ursprünge sammelt, welche in den Muskel sich einweben, während auf der anderen Seite Fascikel abgegeben werden. Aber diese Eigenthümlichkeit des Ganglienuerven ist auch nur scheinbar. Denn viele andere Nerven verhalten sich eben so, die Spinalnerven bilden scheinbare Verbindungsbogen und grosse Strecken hinab zusammenhängende Stränge durch diese Bogen, welche bald abgeben, was sie vorher erhalten. Eben so ist es mit dem ramus descendens hypoglossi, zu dem die oberen Spinalnerven beitragen. Gleichen hierin die Spinalnerven dem Ganglienuerven annäherungsweise, so kömmt es hinwieder vor, dass der Ganglienuerve keinen ganz zusammenhängenden Grenzstrang bildet, dass nämlich die Verbindungen zwischen den Wurzelsträngen hier und da fehlen oder ausserordentlich dünn sind, wie es bei den Schlangen vorkömmt.

Da der Ganglienuerve regelmässig Fascikel motorischer und sensorieller Fäden von den Spinalnerven als seine Wurzeln motorischen und sensoriellen Antheils aufnimmt, so wird ein ähnliches Verhalten zu denjenigen Hirnnerven auch wahrscheinlich, welche den Spinalnerven analog, d. h. doppeltwurzelig sind. In der That, der N. hypoglossus, vagus, glossopharyngeus geben Wurzeln in das Ganglion cervicale supremum und sofort in den Strang des Ganglienuerven ab. Indessen wird hier nicht behauptet, dass alle Fasern dieser Stränge motorisch und sensoriell sind, was sich vielmehr nicht so verhält. Der Ganglienuerve nimmt also auch Wurzeln sensorieller und motorischer Art aus jenen Hirnnerven auf. Eben so ist es mit dem grossen spinalartigen Nerven des Kopfes, dem trigeminus. Der ramus vidianus profundus ist wenigstens zum Theil Wurzel des Gan-

gliennerven, wie sich im folgenden Capitel deutlicher zeigen wird.

## *IV. Capitel.* Vom grauen oder organischen Fasersystem und den Eigenschaften dieser Fasern.

Die Ansichten der älteren physiologischen Schulen über die Eigenschaften des Gangliennerven sind bei dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft wenig belehrend. Dass dieser Nerve dem vegetativen System der Eingeweide bestimmt sey, während die Cerebrospinalnerven das animalische System versehen, dass er die Bestimmung habe, die Nerven unter einander zu einem harmonischen Ganzen zu verbinden, dass er die Ursache der Sympathieen sey, ist Alles wenig befriedigend. Die wichtigen Arbeiten von Ch. Bell über die sensoriellen und motorischen Nervenwurzeln haben uns in Hinsicht des Gangliennerven im Dunkeln gelassen, liessen aber den Einsichtigen wohl erkennen, dass die Ansichten über den Gangliennerven einer gänzlichen Reform bedürfen. Die Thatsachen und Ideen dazu sind erst in der neuesten Zeit an die Hand gegeben worden. Als den ersten Schritt von thatsächlicher Seite betrachte ich Retzius im Jahre 1827 bekannt gemachte Beobachtungen über das Fortlaufen grauer Nervenfäden unter den weissen im Nervus trigeminus, grauer Fäden, welche von gewissen Ganglien sowohl in peripherischer Richtung in die Aeste, als in centraler Richtung gegen das Ganglion Gasseri fortschreiten. Retzius zog selbst aus diesen wichtigen Thatsachen keine physiologischen Schlussfolgen, und sie blieben auch anderweitig bis zum Jahre 1834 unbenutzt. Unterdess erschienen die Untersuchungen über die Reflexion von Marshall Hall und mir; obgleich diese Phänomene hauptsächlich nur an den Cerebrospinalnerven erläutert wurden, so sprach ich doch sogleich mich in der ersten Auflage der ersten Abtheilung dieses Werkes. 1833. 335. darüber aus, dass die Sympathieen grossentheils durch die Reflexion und nicht durch den Sympathicus zu erklären seien, und dass die sympathischen Nerven nicht anders wie die Cerebrospinalnerven, dabei Empfindungsreize auf das Rückenmark leiten, von wo die Reflexion ausgeht. Im Jahre 1834 erschien eine bestimmtere Darlegung der Principien, nach welchen der Gangliennerve und seine Verbindungen mit anderen Nerven zu betrachten sind, sowohl von van Deen (*diss. de differentia et nexu inter nervos vitae animalis et organicae. Lugd. Bat.* 1834.) als von mir (*in der zweiten Abtheilung der Physiologie p.* 646—652. *u.* 780.). van Deen läugnete auch die Erklärung der Sympathieen durch den sogenannten Sympathicus, wie es schon früher oft geschehen, und suchte es wahrscheinlich zu machen, dass die Verbindungen des Gangliennerven mit den Cerebrospinalnerven bestimmt seien, diesen ausser ihren sensitiv motorischen Eigenschaften vegetativen Einfluss vom Gangliennerven aus zu ertheilen, dass hinwieder der Gangliennerve durch die Ver-

bindung mit den Cerebrospinalnerven motorischen Einfluss erhalte und dass ihm hierdurch auch die Fähigkeit ertheilt werde, unter gewissen Umständen selbst zu empfinden. van Deen kannte die von Retzius beobachteten Thatsachen nicht; auch spricht sich derselbe nicht darüber aus, wie sich der Ganglienнerve bei diesen Verbindungen verhalte, ob er bloss durch seine Ganglien in ein näheres Verhältniss zu den Cerebrospinalnerven tritt oder sich isolirt in den Cerebrospinalnerven fortsetzt. Gestützt auf die Beobachtungen von Retzius und meine eigenen über das Fortlaufen von grauen organischen Fäden in den Cerebralnerven in peripherischer Richtung, auf die Thatsache des isolirten Fortlaufens der Primitivfasern in den Nerven, auf den Ursprung des Gangliennerven von den motorischen und sensoriellen Wurzeln der Spinalnerven und auf die Thatsachen in Hinsicht der Reflexion sprach ich mich a. a. O. bestimmter dahin aus, dass die gewöhnlichen Ansichten über den Zweck jener Verbindungen nicht bloss unrichtig sind, sondern dass der Gangliennerve so gut wie Cerebrospinalnerven zusammengesetzt sey, dass er motorische, sensorielle und organische Fasern enthalte, wovon nur die letzteren den vegetativen Processen bestimmt seyen und ein näheres Verhältniss zu den Ganglien haben, dass dieselbe Zusammensetzung aus isolirten motorischen, sensoriellen und organischen Fasern den Cerebrospinalnerven zukomme, welche jede zu ihrer Bestimmung isolirt und ohne Verschmelzung fortlaufen, so dass der Gangliennerve sich nur durch die grössere Menge der organischen Fasern, und deswegen durch seine graue Farbe auszeichnet, während sie in den Cerebrospinalnerven seltener als graue Bündel zwischen der Hauptmasse der weissen Bündel erscheinen. Indessen sey auch der Gangliennerve nicht überall gleich grau, sondern im Grenzstrange noch etwas weisslich, in den zu den vegetativen Eingeweiden gehenden Zweigen der Abdominalganglien aber vorzugsweise grau. A. a. O. p. 651. So viel zur Geschichte dieses Gegenstandes bis zu dem gegenwärtigen Zeitpunkt. Durch Remak ist dieser Gegenstand jetzt zu einem viel grössern Grad von Sicherheit gelangt.

1. *Graue oder organische Fäden in dem Cerebrospinalnerven.*

Die hieher gehörigen Thatsachen, welche bereits in der ersten Auflage dieses Werkes angeführt wurden, sind folgende.

Man wird unwillkührlich zu jener Ansicht hingetrieben, wenn man die merkwürdigen und nicht genug zu beachtenden Beobachtungen von Retzius (*Isis* 1827. 997.) über die im N. trigeminus des Pferdes, namentlich im zweiten Ast vom Ganglion sphenopalatinum aus enthaltenen grauen sympathischen Fasern kennt, graue Fasern, welche sich ganz deutlich unterscheiden lassen, graue Knötchen innerhalb des Nervenstammes bilden, und sich sowohl über den zweiten Ast hin und in demselben bis in die Nervi nasales und die Nasenschleimhaut, als auch nach aufwärts bis in die Orbita und zum Ganglion ciliare verfolgen lassen. Ich habe die von Retzius beobachteten gangliösen Nerven beim Ochsen aufgesucht, wo sie leicht zu finden sind und auf der innern

Seite des zweiten Astes mehrere kleine Ganglien bilden, die mit dem Ganglion sphenopalatinum und dem N. vidianus zusammenhängen, und zu den zur Nase und zum Gaumen gehenden Nerven vorzüglich gehören. Beim Ochsen giebt der Ramus profundus nervi vidiani, deutlich vom N. sympathicus kommend, sowohl Fasern zum Ganglion sphenopalatinum, als viele fortlaufende Zweige in die Nasen- und Gaumennerven selbst, und hier kann man deutlich sehen, dass dieser Nerve mit einem Theil seiner Fasern nicht vom N. trigeminus entspringt, sondern zum Theil vom Gangliennerven kömmt und sich mit seinen Fasern in peripherischer Verbreitung den Zweigen des zweiten Astes anschliesst. Beim Ochsen sieht man auch leicht, dass sich auch organische Fasern in den ersten Ast des N. trigeminus einmischen, nämlich von demjenigen Theile des Gangliennerven, der sich mit dem N. abducens verbindet. Auch finden sich kleine Ganglien am Anfange des ersten Astes des trigeminus, die zu dem Geflecht gehören, welches sich dem abducens und ersten Ast des trigeminus mitgetheilt hat. Graue Fäden gehen auch rückwärts zum Ganglion Gasseri. Varrentrapp (*obs. anat. de parte cephalica n. sympathici. Francof.* 1831.) sah ebenfalls beim Menschen Fädchen aus dem plexus cavernosus zum ersten Aste des trigeminus treten. Ferner schickt der Gangliennerve beim Kalb, wie ich sah, schon in der Schädelhöhle ein ganz dickes Fascikel organischer Fasern unterhalb des Ganglion Gasseri in den zweiten Ast. Der Ramus buccinatorius vom dritten Ast des N. trigeminus erhält beim Ochsen ein ganzes Fascikel grauer organischer Fasern vom Ganglion oticum und diese grauen Bündel gehen zu peripherischer Verbreitung weit über den Nerven hin. An den Ciliarnerven vom Ganglion ciliare hat man weiter ein Beispiel von Association von sensitiven Fasern des N. trigeminus (radix longa a nervo nasali), von motorischen Fasern (radix brevis a nervo oculomotorio) und von organischen Fasern des Gangliennerven. Zu dem Zweck der Einmischung scheint sich ferner der Gangliennerve mit dem Glossopharyngeus am Ganglion petrosum, mit dem Facialis an der intumescentia N. facialis zu verbinden. Vom Knie des Facialis und von seiner Anschwellung wird dieser Nerve stärker durch Bündelchen, welche er von den Nervi petrosi superficiales erhalten, und dieser Zuwachs geht zum Theil deutlich in peripherischer Richtung am Facialis fort. Ferner hat Giltay (*de nervo sympathico diss. Lugd.* 1834.) mehrere Thatsachen bekannt gemacht, in welchen sich die organischen Fäden neben den Cerebral- und Spinalnerven, getrennt hingehend in die Organe beobachten liessen. Giltay hat bei mehreren Fischen von der Pars cephalica nervi sympathici, welche von dem N. trigeminus ausser dem Cranium entspringt, und rückwärts unter dem N. glossopharyngeus und vagus hingeht, sympathische, deutlich zu unterscheidende Fäden zu dem N. glossopharyngeus, und mit diesem zur ersten Kieme, und eben so einen besondern Faden mit dem N. vagus in die Kiemen treten gesehen, wo dieselben von den Aesten der Cerebrospinalnerven getrennt, bloss neben diesen liegend sie begleiten. Diess hat er deutlich an Fischen der Gattungen Acanthurus, Platyce-

phalus, Holocentrus, undeutlich auch bei Pleuronectes Platessa gesehen und abgebildet. Diese Aeste sind wohl von denjenigen Aesten des Gangliennerven zu unterscheiden, welche sich mit dem N. glossopharyngeus und mit dem Ganglion n. vagi, gleichsam als Wurzeln des Gangliennerven verbinden.

Ein ähnliches Verhalten zu Rückenmarksnerven hat Giltay ebenfalls in einigen Fällen beobachtet. Bei Bufo asper sah er den Gangliennerven in der Mitte des Körpers des zweiten Wirbels unter der Anhangsplatte der Schulter einen Ast in die Muskeln (?) abgegeben, der sich in zwei Aeste spaltete, wovon der eine rücklaufend an den N. spinalis (1. dorsi) gegen den Wirbel hingeht, sich also wie eine Wurzel verhält, während der andere mit dem N. spinalis fortgeht, um sich in der vordern Extremität zu verzweigen. Bei Calotes gutturosa sah Giltay einen Zweig des Gangliennerven, der sich mit der Arteria subclavia und den Nerven der vorderen Extremitäten in diesen verbreitete. Eben so sah er bei Iguana delicatissima einen Ast des Gangliennerven den ersten Nerven der vorderen Extremitäten begleiten. Aus allen diesen Thatsachen schloss ich, dass in den Cerebrospinalnerven dreierlei Fasern unterschieden werden müssen, sensitive und motorische, welche beide weiss sind und von den Wurzeln des Cerebrospinalnerven kommen, und graue organische, welche von den Ganglien des Gangliennerven kommen.

Durch die Beobachtungen von Remak haben wir jetzt das eigenthümliche mikroskopische Verhalten der grauen Nervenfasern kennen gelernt. Sie sind durchaus von den röhrigen oder sensitiven und motorischen Fasern verschieden. Erstens sind sie viel feiner; dann lässt sich an ihnen durchaus kein Unterschied von Röhre und Inhalt erkennen; ferner sind sie so blass und durchsichtig, dass man ihre Begrenzung nur bei starker Beschattung sieht; endlich sind sie ganz charakteristisch seitlich hier und da mit rundlichen oder ovalen kleinen Körperchen besetzt. Remak hat diese Fasern an vielen Stellen in den grauen Bündelchen des Sympathicus gefunden und eben solche Fasern seltener in vielen Cerebrospinalnerven gesehen. Man muss zu diesen Beobachtungen starke Vergrösserung und starke Beschattung anwenden. Um sich von der Existenz dieses eigenthümlichen Fasersystems zu überzeugen, ist es nöthig, diese Fasern zuerst in einem durch und durch grauen Nerven zu studiren. Hier sind sie entweder gar nicht oder nur mit äusserst wenigen röhrigen Fasern vermengt. Ich überzeugte mich von der Richtigkeit der Beobachtung an dem carotischen Theile des Gangliennerven, welcher vorzugsweise und ganz grau ist. Man suche den zum Nervus abducens und ersten Ast des trigeminus gehenden dicken grauen Nerven beim Kalbe auf. Er liegt dicht unter dem N. abducens im rete mirabile, nahe der innern Seite des Ganglion Gasseri. Hier steigt er herauf und schliesst sich mit einem starken Bündel an den ersten Ast des trigeminus an, so wie dieser aus dem Ganglion Gasseri herauskommt, mit einem kleineren Fascikel läuft er mit dem abducens fort, ein starkes Fascikel geht auf den zweiten Ast des trigeminus. Der graue

Stamm, aus welchem diese starken Bündel kommen, ist gegen eine Linie dick. Da diess nun offenbar durch und durch graue Nervenmasse ist, so lernt man hier am besten den Typus der grauen organischen Fasern mikroskopisch kennen. Er ist ganz so wie oben beschrieben worden. Ich fand fast nur organische Fasern darin. Man sieht aber auch einige, aber ganz ausserordentlich seltene röhrige Fasern darin; nur zuweilen sieht man über ein ganzes Fascikel von organischen Fasern unter dem Mikroskop eine vereinzelte röhrige Faser hinlaufen, und man erkennt noch mehr den deutlichen Unterschied.

Aus solchen Fasern bestehen nun alle vorher beschriebenen grauen Bündel, welche sich peripherisch über den ersten und zweiten Ast des trigeminus und auf den Nervus abducens ausbreiten. Sie finden sich ebenfalls in dem vom Ganglion oticum oder plexus ganglioformis Santorini auf den dritten Ast, namentlich den N. buccinatorius übergehenden grauen Bündeln. An anderen Stellen des Cerebrospinalsystems hat man nicht solche schöne Gelegenheit, sich in der ersten Beobachtung der organischen Fasern zu üben, und es gehört eine grosse Uebung dazu, sie wiederzuerkennen, wo sie in geringerer Menge zwischen vorwiegenden röhrigen Fasern vorkommen. Remak fand einzelne Bündelchen in den meisten Cerebrospinalnerven, die er untersuchte. An der Verbindung des Grenzstranges des Gangliennerven mit den Spinalnerven, durch den Ramus communicans fand er sie wieder, sie gehen vom Ganglion des Gangliennerven auf den Intercostalnerven, während der grössere Theil des Ramus communicans aus röhrigen Fasern besteht, welche aus den Wurzeln des Spinalnerven in den Gangliennerven treten. Es findet also ein gegenseitiger Austausch statt.

In dem Unterschied der sensitiv-motorischen und der organischen Fasern hat man nun ein treffliches Mittel in jedem Nerven, der den Gangliennerven mit einem Cerebrospinalnerven verbindet, mittelst des Mikroskops zu erkennen, was beiden Systemen angehört. Manches, was man für bloss sympathisch gehalten, giebt sich nun sicher als theilweise cerebro-spinal zu erkennen.

So wie die vom Ganglion oticum des Kalbes auf den N. buccinatorius übergehenden Fasern grau sind, so sind die von diesem Knoten nach hinten abgehenden Nerven, der N. tensoris tympani und der N. petrosus superficialis minor (zur Jacobson'schen Anastomose) mehr weisslich als grau und der erstere sogar ganz weiss. Schlemm hatte schon gezeigt, dass der N. tensoris tympani vom dritten Ast des trigeminus, nämlich vom Ramus pterygoideus entspringt, und ich hatte es wahrscheinlich gemacht, dass er Fasern vom Ganglion mitnehme. Damit stimmt die mikroskopische Untersuchung, die ich beim Kalbe anstellte, ganz überein. Fast die ganze Masse dieses weissen Nerven besteht aus Röhrenfasern, und kaum gelang es mir, auch einige organische zu erkennen. Der Nervus petrosus superficialis minor bestand aus einem grössern weissen und einem davon leicht zu trennenden grauen Bündel, welches letztere in der Trommelhöhle angelangt, ein ganz kleines spindelförmiges Knötchen bildete, von

der Art, wie man sie sonst bei feineren Untersuchungen organischer Nerven findet. Hierauf lief der graue Faden mit dem weissen weiter. Der weisse Theil des N. petrosus superficialis minor bestand grosstentheils aus Röhrenfasern, der graue Theil ganz aus organischen Fasern.

Der Nervus petrosus superficialis major, zwischen Ganglion sphenopalatinum und facialis, enthält viele Röhrenfasern, auch einzelne graue organische Fasern. Die von den Nervi petrosi an den Facialis gehenden grauen Fasern bilden dort am Knie desselben ein Knotchen, von welchem aus graue Fasern auf den peripherischen Theil des facialis fortgehen. Von diesem Theil des facialis erhält bekanntlich auch der acusticus einen Faden.

Die Jacobson'sche Anastomose in der Trommelhöhle beim Menschen mikroskopisch untersucht, enthält Röhrenfasern und sehr viele organische Fasern.

Der Ramus petrosus profundus ist ganz grau und enthält grösstentheils die eigenthümlichen grauen Fasern. Diese herrschen überhaupt im ganzen carotischen Theil des Gangliennerven vor, obgleich auch weniger zahlreiche röhrige Fasern darin vorkommen.

2. *Graue oder organische Fäden in dem Gangliennerven.*

Dass es auch in dem Gangliennerven zweierlei Fasersysteme, sensitiv-motorische und graue gebe, konnte in der ersten Auflage dieses Werkes nur wahrscheinlich gemacht, aber nicht sicher bewiesen werden. Vorläufig wurde darauf hingewiesen, dass der Grenzstrang des Gangliennerven noch etwas weisslich sey und jedenfalls nicht so grau sey als die grauen Fäden der Abdominalganglien. Auch wurde vorläufig als wahrscheinlich ausgesprochen, dass die Knoten dem organischen Theil des Gangliennerven vorzugsweise angehören. a. a. O. p. 651. 652. Remak konnte an vielen Stellen des Gangliennerven bei feinerer Untersuchung schon äusserlich graue und weisse Bündel unterscheiden; die mikroskopische Untersuchung zeigte dann jedesmal röhrige Fasern in den einen und die von ihm als eigenthümlich erkannten organischen Fasern in den andern. Derselbe hat es auch durch lange und mit grosser Ausdauer fortgesetzte Untersuchung sehr wahrscheinlich gemacht, dass die organischen Fasern von den Ganglienkugeln und ihren Schwänzen entspringen und spricht es als von ihm beobachtete Thatsache aus, indem sehr oft von ihm die von dort entspringenden Fäden auch mit solchen Körnchen besetzt gefunden wurden, wie sie den organischen Fasern eigen sind. Die röhrigen Fasern des Gangliennerven haben kein näheres Verhältniss zu den Ganglienkugeln und gehen nur zwischen ihnen durch. Diese Art von Fasern können keine Multiplication in den Ganglien erfahren und verhalten sich im ganzen Gangliensystem wie in den Cerebrospinalnerven. Die organischen Fasern hingegen können sich in den Centralmassen der Ganglien, wenn sie von den Schwänzen der Ganglienkugeln entspringen, vermehren; und damit stimmt der in peripherischer Richtung zunehmende Antheil der grauen Masse im Gangliensystem, während der Grenzstrang noch mehr weisslich ist. Die Ganglien müssen

daher in der That als Centralorgane, Hirne, für das organische Fasersystem betrachtet werden, während der sensitiv-motorische Theil des Ganglienerven aus dem Gehirn und Rückenmark abgeleitet ist. Von ihnen aus gehen auch die organischen Bündel für die Cerebrospinalnerven ab, so ist das Ganglion cervicale supremum der Ausstrahlungspunkt für organische Bündel auf die Hirnnerven, welche hie und da wieder secundäre Ganglien bilden.

Dass übrigens die organischen Fasern, wenn sie auch nicht im Gehirn und Rückenmark entspringen, doch mit ihm zugleich von den Wurzeln des Grenzstrangs aus zusammenhängen, um ihren Einfluss zu erfahren, wird aus Remak's Beobachtungen wahrscheinlich, dem es mehrmals gelang, organische Fasern sowohl in den Wurzeln der Spinalnerven überhaupt, als auch in dem Ramus communicans derselben mit den Ganglien des Grenzstranges neben den röhrigen Fasern zu beobachten. Das Verhältniss der Ganglien der hintern Wurzeln zum organischen Fasersystem ist noch nicht klar. Nach ihrer Aehnlichkeit im Bau mit den übrigen Ganglien kann vermuthet werden, dass sie auch organischen Fasern zum Ursprung dienen. Indess wird daraus ihr regelmässiges Erscheinen an den hintern Wurzeln nicht einleuchtend. Wenn die Ganglien einen isolirenden Einfluss auf die durch sie durchgehenden Fasern als Conductoren hätten, wie öfter vermuthet wurde, so könnten die Ganglien der hinteren Wurzeln die Heftigkeit der Impression von Empfindungen auf das Rückenmark mildern und dadurch verhüten, dass vom Rückenmark aus Reflexbewegungen entstehen, welche nur dann stattfinden, wenn die Empfindung einen gewissen Grad der Heftigkeit erhält. Diess würde mit der Dunkelheit der Empfindung im Ganglienerven stimmen, dessen Ganglien häufiger sind. Allein diese ganze Ansicht beruht auf einer unerwiesenen Hypothese.

3. *Wirkungen des organischen Fasersystems.*

In Hinsicht der Wirkungen und Kräfte der grauen organischen Fasern lassen sich zwei Meinungen aufstellen, die wir hier prüfen wollen. Entweder bestimmen sie und die Ganglienkugeln die unwillkührlichen Bewegungen, oder sie beherrschen die Ernährung, Absonderung und überhaupt die chemischen Processe. Für erstere Meinung liesse sich anführen, dass das Ganglion coeliacum nach meinen Versuchen offenbar Einfluss auf die Bewegung des Darms hat, indem es mit Kali causticum betupft, die Bewegungen des Darms sogleich verstärkt und beschleunigt. Indess erhielt ich eine ähnliche Verstärkung durch Galvanisiren des N. splanchnicus vor dem Eintritt in das Ganglion. Dann aber ist es wohl möglich, dass die Ganglien Einfluss auf die durch sie durchgehenden motorischen Fasern haben, während die Ganglienkugeln zugleich in näherem Zusammenhange mit einer andern Classe, den organischen Fasern stehen. Das nähere Verhältniss der Ganglien zu den grauen Fasern wird aber schon daraus wahrscheinlich, dass an Bündelchen, welche ganz grau sind, kleine Ganglien am leichtesten vorkommen, wie man sie so leicht an den grauen Bündelchen wahrnimmt, welche sich in den ersten und zweiten Ast des trigeminus beim Kalb begeben. Die Wir-

kung der Ganglienkugeln und organischen Fasern wird also wahrscheinlich homolog seien. Dass es eigene Fasern für die vegetativen Processe giebt, die von den sensitiven und motorischen Fasern der Eingeweide verschieden sind, wird schon a priori zu Folge der Existenz von sensitiven und motorischen Fasern wahrscheinlich. Die Nerven haben den grössten Einfluss auf die Secretionen, wären nun nur einerlei Nerven für die Bewegungen und vegetativen Processe bestimmt, so müsste eine von den Nerven aus vermehrte Secretion immer auch mit Spasmus, dieser immer auch mit vermehrter Secretion verbunden seyn. Beide Erscheinungen sind aber oft so isolirt, als es Lähmungen der Empfindung ohne Lähmung der Bewegung, letztere ohne erstere giebt. Bedenkt man nun ferner, dass die grauen Fasern so häufig dem N. trigeminus, abducens, facialis sich mittheilen, dass sie sich am trigeminus deutlich in peripherischer Richtung gegen die Mundschleimhaut und Nasenschleimhaut verfolgen lassen, dass die Trommelhöhle ein zum grossen Theil organisches Geflecht für die Schleimhaut besitzt, und dass in den Schleimhäuten keine unwillkührlichen Bewegungen vorkommen, dass die dem zweiten Ast des trigeminus und dem abducens eingemischten Bündel zu keinen unwillkührlichen Bewegungen dienen, so wird die zweite Voraussetzung viel wahrscheinlicher, dass die organischen Fasern in den Cerebrospinalnerven und im Gangliennerven zu der Beherrschung der organischen Processe der Ernährung und Absonderung dienen. Diese Ansicht erhält dadurch eine grosse Stütze, dass die motorischen Wurzeln der Spinalnerven selbst schon motorische Fäden röhriger Art in den sympathicus abgeben, von welchen die unwillkührlichen Bewegungen abhängen müssen. Wenn diess richtig ist, so müssen die motorischen Fasern des Herzens hauptsächlich röhrige seyn und nicht vorzugsweise die von Remak beobachteten Eigenschaften der grauen Fäden besitzen. So ist es aber auch. Man untersuche die Herznerven des Kalbes und man wird darin eine grosse Menge röhriger Fasern finden, die sich von den Fasern der willkührlichen Muskeln nur durch einen feinern Durchmesser unterscheiden. Vergleicht man ferner die Herznerven mit den splanchnischen Nerven, von welchen die Eingeweide mit absondernder Thätigkeit abhängig sind, so fällt es auf, wie vorwaltend bei den letztern die Ganglienbildung ist. Die Herznerven bilden keine Centralknoten, die splanchnischen Nerven schwellen in das grosse Ganglion coeliacum an. Eben so auffallend ist der Unterschied zwischen dem Herzen und den von Plexus hypogastricus abhängigen Geschlechtstheilen.

Mit dieser Ansicht stimmt überein, dass die Nierennerven, welche die Nierengefässe begleiten, im bei weitem grössten Theil aus organischen Fasern bestehen. Grau sind auch die von mir beschriebenen organischen Nerven, welche an der Wurzel der Corpora cavernosa ins Innere derselben eintreten und der Erection bestimmt sind. Siehe J. Mueller *über die organischen Nerven der erectilen männlichen Geschlechtsorgane. Abh. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin aus d. Jahr* 1835.

In manchen Fällen scheinen die organischen Fasern nur in

die Cerebrospinalnerven eingewebt zu seyn. Hieraus würde sich begreifen lassen, warum die Cyclostomen (Petromyzon sowohl als die Myxinoiden) keinen eigenen Ganglienuerven besitzen. Dagegen geht der aus beiden vagi gebildete Nervus intestinalis der Myxinoiden an der Insertionsstelle des Mesenteriums bis zum After. Hieher gehört auch das Factum, dass die Milchdrüse des Menschen keine besondern organischen Nerven erhält, welche ich vergebens aufsuchte. Die Nerven der Drüsensubstanz der mamma kommen in der That nur vom 3. und 4. Intercostalnerven. *Jahresbericht. Archiv.* 1837. *XXVII.*

## *V. Capitel.* Vom Nervensystem der Wirbellosen.

Die Entdeckungen über die Verschiedenheit der sensitiven und motorischen Wurzeln der Rückenmarksnerven und Gehirnnerven führten in neuerer Zeit, auch zu lichtvollen Ideen über die Zusammensetzung des Nervensystems bei den Wirbellosen. Hatten gleich Treviranus und meine Arbeiten über den Scorpion einen dritten Strang am Nervensystem bei dieser Arachnide kennen gelehrt, so war ich doch weit entfernt, die Wichtigkeit dieser Thatsache einzusehen. Grant und Newport haben in dieses Gebiet der vergleichenden Anatomie das Licht physiologischer Ideen gebracht. Prof. Grant erklärte den obern Strang des Nervensystems der Arachniden, welcher keinen Antheil an der Ganglienbildung nimmt, für den motorischen, die unteren oder gangliösen Stränge für die sensoriellen, die von den untern Strängen entspringenden Nerven für sensoriell, die vom obern Strang entspringenden für motorisch und dehnte diese Ansicht überhaupt auf die Articulata aus. *The Lancet. London* 1834. *July.* Ueber diesen Gegenstand hat ferner eine ausgezeichnete Arbeit von Newport viel Licht verbreitet. *Philosoph. Transact.* 1834. *p.* 2. Der Bauchstrang der Insecten und Crustaceen ist aus einem vordern und hintern Paar von Strängen zusammengesetzt. Das obere Paar nimmt keinen Antheil an den Ganglien des Bauchstranges, die dem untern Paar allein angehören. Der Analogie nach sind die ganglienlosen Stränge die motorischen, die gangliösen die sensoriellen; aber das Verhältniss der Lage ist umgekehrt, als bei den Wirbelthieren, wo die gangliösen oder sensoriellen Wurzeln die hintern sind. Treviranus und E. H. Weber hatten die Vermuthung aufgestellt, dass die Ganglien des Bauchstranges der Articulaten den Ganglien der Spinalnerven (den Ganglien der sensitiven Wurzeln) entsprechen. Die gemischten Nerven des Bauchstranges entstehen nach Newport's Untersuchungen bei Astacus marinus durch Wurzeln, die theils den Ganglien, theils den oberen ganglienlosen Strängen angehören. Bei diesen Thieren sah Newport auch Nerven, welche bloss von den oberen Strängen und nicht von den Ganglien entspringen und bloss zu Muskeln hingehen, also jedenfalls motorisch sind.

Nach einer gefälligen Mittheilung von Prof. Sharpey, die ich wegen ihrer Wichtigkeit hier benutze, haben die Armnerven der

Cephalopoden (Octopus) eine ganz ähnliche Structur wie der Bauchstrang der Articulaten. Sie bestehen aus 2 Paar Strängen, wovon das eine Paar von Stelle zu Stelle gangliöse Anschwellungen bildet, das andere Paar an der Ganglienbildung keinen Antheil nimmt. Die Lage der Anschwellungen entspricht den Saugnäpfen der Arme.

Ueber das Eingeweidenervensystem der Insecten und über Brandt's Untersuchungen über diesen Gegenstand siehe Muell. *Archiv.* 1836. *Jahresbericht C.* Zu ihm gehören 3 Stränge, welche Knötchen auf der Speiserohre und dem Magen bilden und wovon oft die seitlichen, oft der mittlere weniger entwickelt sind. Sie verbreiten ihre Aeste am Mund, Schlund und Magen, und vorzugsweise an unwillkührlich beweglichen Theilen. Der untere Theil des Darms erhält seine Nerven nicht daher. Aus der peripherischen Ganglienbildung und der Verbreitung an unwillkührlich beweglichen Theilen folgt, dass diess System mehr dem Gangliennerven der Wirbelthiere als dem Vagus gleicht; die dem Vagus entsprechenden Fasern mögen indess auch darin enthalten seyn. Aus den über die Zusammensetzung des Gangliennerven der Wirbelthiere gegebenen Principien stellt sich übrigens die Vergleichung der Nerven zu den Eingeweiden jetzt ganz anders. Organische Fasern können vielen und verschiedenen Nerven eingemischt seyn. Als Nerven von gemischter Bedeutung, wahrscheinlich auch organische Elemente enthaltend, betrachte ich das von Newport sehr genau beschriebene System der Nervi transversi der Insecten. Der ihnen zum Ursprung dienende Strang vereinigt sie zu einem besondern System und setzt sich über die Ganglien und den Bauchstrang in der Mittellinie fort. Diese Nerven sind den Athemmuskeln und Tracheen vorzüglich bestimmt. Da diess System mit den animalischen Nerven zusammenhängt, so bleibt es ungewiss, woher die Nerven zu den Muskeln kommen. Wenn die von den Wirbelthieren gewonnenen Principien hier auch Anwendung finden konnen, so lässt sich vermuthen, dass die Verbindungen dieses Systems mit den animalischen Nerven zugleich bestimmt sind, jenen organische Fasern oder wenigstens Fasern seiner Art einzumischen. Siehe Newport a. a. O. und *Archiv.* 1835. 82.

---

## *III. Abschnitt.* Von der Mechanik des Nervenprincips *).

(Nach eigenen Untersuchungen.)

Unter *Mechanik* des Nervenprincips versteht man hier dasselbe, was unter Mechanik des Lichts in der Physik verstanden wird, nämlich die Gesetze, nach welchen die Leitung der Wirkung in den Nerven erfolgt, oder die Lehre von der Bewegung des Nervenprincips. Ob bei der Wirkung der Nerven von einer Stelle zur andern mit unmessbarer Geschwindigkeit eine imponderable Materie den Nerven durchströme, und in dem abgeschnittenen Nerven selbst durch Reiz entladen den Nerven durchströme, oder ob die Wirkung des Nervenprincips bloss eine vom Gehirn oder durch einen Reiz im Nerven erregte Oscillation, Schwingung des schon darin vorhandenen imponderabeln Nervenprincips ist, ist jetzt noch ungewiss, und eben so wenig ganz bestimmt zu beantworten als dieselbe Frage von dem Lichte, ob nämlich die Emanations- oder Undulationstheorie richtig sey. Die Gewissheit darüber ist vor der Hand für das Studium der Mechanik des Nervenprincips eben so wenig nöthig, als die Erkenntniss der Mechanik des Lichtes bei der Reflexion, Refraction u. s. w. von der Entscheidung der Richtigkeit einer jener beiden Theorien abhängig war. Wir werden übrigens diese Frage im vierten Capitel dieses Abschnittes untersuchen.

Bei der Vergleichung der verschiedenen Theile des Nervensystems zeigen sich Conductoren und Motoren des Nervenprincips. Die Conductoren sind die Nerven, die Motoren die Centralorgane. Die Nerven zeigen sich indess nicht als blosse Conductoren, sie sind vom Gehirn getrennt, in der ersten Zeit immer noch Motoren und Conductoren zugleich, indem Reize auf sie angewandt sie zur Bewegung der Muskeln anregen; allmählig aber verlieren sie, vom Gehirn getrennt, die Fähigkeit, Motoren sowohl als Conductoren des Nervenprincips zu seyn. Stellt man sich den Nerven als Conductor vor, so kann man sich die Leitung auch wieder wie die Wirkung des Nervenprincips doppelt denken. Entweder wird das imponderable Fluidum der Nerven in einer gewissen Richtung durch den Conductor als ein Strom geleitet, oder es wird die Oscillation dieses Fluidums nur in den Nervenfasern angeregt. Die Schnelligkeit der Nervenwirkung ist entweder die Schnelligkeit der Leitung des imponderabeln Nervenfluidums vom Gehirn zu den peripherischen Theilen und umgekehrt, oder die Schnelligkeit, mit der eine vom Gehirn oder einer beliebigen Stelle des Nerven ausgehende Schwingung bis zu seinem peripherischen Ende und umgekehrt sich verbreitet. Welche von beiden Vorstellungen die richtige ist, ist für die Frage von Schnelligkeit der Nervenwirkung auch wieder gleichgültig.

*) Dieser Abschnitt erscheint mit wenigen Veränderungen wie in der ersten Auflage von 1834.

Alle Versuche, die Schnelligkeit dieser Wirkung zu messen, beruhen auf keiner erfahrungsmässigen sichern Basis. Haller schrieb dem Nervensafte eine Geschwindigkeit von 9000 Fuss in der Minute; Sauvages von 32400, ein Anderer von 57600 Millionen Fuss in der Secunde zu. (Haller *Elem. IV. p.* 372.) Zur Zeit, als das galvanische Agens noch mit dem Agens der Nerven für identisch gehalten wurde, berechnete man aus der Schnelligkeit der elektrischen Leitung die Schnelligkeit des Nervenprincips. Wir werden wohl auch nie die Mittel gewinnen, die Geschwindigkeit der Nervenwirkung zu ermitteln, da uns die Vergleichung ungeheurer Entfernungen fehlt, aus der die Schnelligkeit einer dem Nerven in dieser Hinsicht analogen Wirkung des Lichtes berechnet werden kann. Neuerdings ist man auf eine Verschiedenheit der Beobachtung kleinster Zeittheile durch den Gehörsinn und Raumtheile durch den Gesichtssinn von Seiten der Astronomen aufmerksam geworden, welche Einigen wahrscheinlich machen könnte, dass die Schnelligkeit der Nervenwirkung zwischen verschiedenen Theilen des Nervensystems und selbst bei verschiedenen Individuen verschieden ist. Das Detail dieser Beobachtung ist von Herrn Nicolai, Director der Mannheimer Sternwarte, und durch Herrn Professor Treviranus bei der Versammlung der Naturforscher zu Heidelberg mitgetheilt worden. Es ist zu wichtig, als dass ich es nicht ganz erwähnen sollte.

„Ein sehr grosser Theil der astronomischen Beobachtungen besteht darin, dass man an einer Secundenuhr die Momente beobachtet, wenn ein Stern, vermöge der scheinbaren täglichen Umdrehung der Himmelskugel um ihre Achse, vor den Mikrometerfäden eines feststehenden Fernrohrs vorübergeht. Der Raum, den ein Stern während einer ganzen Secunde im Fernrohr durchläuft, ist, zumal wenn dasselbe stark vergrössert, so bedeutend, dass man das Moment des Vorüberganges des Sterns vor dem Mikrometerfaden nicht etwa auf eine halbe oder drittel Secunde, sondern bei einiger Uebung und bei günstigem Zustande der Luft selbst bis auf $\frac{1}{10}$ Secunde anzugeben vermag. Zu diesen Beobachtungen werden mithin zu gleicher Zeit zwei Sinne in Requisition gesetzt, das Gesicht und das Gehör. Während man mit dem Auge das stetige Fortrücken des Sterns im Fernrohr verfolgt, bemerkt das Ohr die einzelnen Secundenschläge der nebenstehenden Pendeluhr. Zum Behuf der oben angezeigten genauen Taxation des wirklichen Vorüberganges des Sterns vor dem Mikrometerfaden bemerkt man sich, wenn der Stern bereits nahe an den Faden gerückt ist, diejenige Entfernung, die er bei einem gewissen Secundenschlag noch diesseits vom Faden hat, und eben so diejenige, die bei dem nächst folgenden Secundenschlag bereits jenseits des Fadens stattfindet. Aus der Vergleichung der Grösse dieser beiderseitigen Abstände lässt sich sodann mit grosser Schärfe das wahre Moment des Vorüberganges des Sterns vor dem Faden, oder der jedesmalige Bruchtheil der Secunde, in welchem der Sternübergang erfolgt ist, angeben. Bereits vor einigen Jahren bemerkte der berühmte Director der Kö-

nigsberger Sternwarte, Herr Professor Bessel, dass er das Moment des Appulses eines Sterns an die Fäden des Fernrohrs merklich anders angab, als seine Mitbeobachter. Die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand verdoppelte sich also, und es wurde zum Zweck einer nähern Untersuchung desselben eine eigene Reihe von Beobachtungen angestellt. Der Erfolg war aber, dass Bessel immer andere Momente angab, als seine Mitbeobachter, und diese wieder unter sich mehr oder weniger von einander differirten, während die Resultate eines jeden einzelnen Beobachters ganz vortrefflich harmonirten. Auch ich, sagt Nicolai, habe bis jetzt zwei Mal Gelegenheit gehabt, hierüber Untersuchungen anzustellen. Im Frühling 1827 hatte ich das Vergnügen eines Besuchs von Herrn Professor Knorre, Director der Kaiserlichen Sternwarte zu Nicolajef. Sein Aufenthalt in Mannheim wurde sogleich benutzt, um gemeinschaftliche Beobachtungen anzustellen. Es ergab sich aus der Vergleichung unserer Resultate mit grosser Schärfe, dass Herr Knorre um die beträchtliche Grösse einer halben Secunde die wahren Beobachtungsmomente später angab als ich. Vor wenigen Wochen habe ich diesen interessanten Versuch mit einem andern geschickten Beobachter, dem durch mehrere astronomische und mathematische Arbeiten bereits auf das rühmlichste bekannten Herrn Thomas Clausen aus Dänemark wiederholt. Es fand sich, dass dieser um $\frac{1}{3}$ Secunde die Beobachtungsmomente später angab als ich. Bei anderen Beobachtern sind diese Unterschiede noch viel grösser so steigt z. B. die Differenz der Angaben zwischen den Professoren Bessel und Knorre bis auf die enorme Grösse von einer ganzen Secunde, um welche dieser die Momente später angiebt als jener. Ueberhaupt sind bisher über diese Merkwürdigkeit von mehreren Beobachtern so viele sichere Proben angestellt worden, dass das Factum selbst über allen etwanigen Zweifel weit erhaben ist.“ *Isis* 1830. *p.* 678.

Nicolai behauptet, dass diese merkwürdige Erscheinung nicht anders als durch eine Verschiedenheit in der Schnelligkeit der Wirkung vom Auge zum Bewusstseyn und vom Ohr zum Bewusstseyn erklärt werden könne. Nimmt man nämlich an, dass bei vereinigter und auf denselben Gegenstand gerichteter Thätigkeit dieser beiden Sinne ein solches Individuum früher sieht als es hört, dass dagegen bei einem andern Individuum beide Reflexe in einem minderen Grade verschieden, oder zu gleicher Zeit, oder selbst in umgekehrtem Sinne, d. h. das Sehen später als das Hören erfolgen, so erklärt sich die Erscheinung vollkommen und ungezwungen. Es würde aber daraus die wichtige Folgerung hervorgehen, dass die Wechselwirkung zwischen Sinnesorganen und dem Bewusstseyn nicht völlig momentan ist. Aus diesen Erscheinungen liesse sich hoffen, dem Problem von der Schnelligkeit der Nervenwirkung näher zu kommen, wenn nicht noch eine ganz andere Erklärung derselben möglich und sogar wahrscheinlicher wäre. Es ist bekannt, dass das Bewusstseyn nicht leicht zweierlei Empfindungen mit gleicher Intensität der Aufmerksamkeit haben kann, und dass das Bewusstseyn, wenn

mehrere Empfindungen zu gleicher Zeit stattfinden, entweder nur einer oder abwechselnd verschiedenen die Aufmerksamkeit zuwendet. Wenn daher zu gleicher Zeit etwas gehört und mit dem Gesicht observirt werden soll, so ist es unvermeidlich, dass nicht zuerst gehört und dann gesehen wird. Der Zeitunterschied zwischen zweierlei bewussten Empfindungen ist aber bei verschiedenen Menschen verschieden, wie denn Manche viel zu gleicher Zeit empfinden und merken, Andere aber hierzu eine merkliche Zeit nöthig haben.

Die Zeit, in welcher eine Empfindung von den äusseren Theilen auf Gehirn und Rückenmark, und die Rückwirkung auf die äusseren Theile durch Zuckungen erfolgt, ist auch unendlich klein und unmessbar. Wenn man Frösche mit Opium oder Nux vomica vergiftet, so werden sie zuerst so ungeheuer sensibel, dass die geringste Berührung der Haut eine Zuckung am ganzen Rumpfe erregt. Hier erfolgt die Wirkung von der Haut zuerst auf das Rückenmark, und vom Rückenmark auf alle Muskeln. Dennoch ist es mir unmöglich gewesen, den geringsten Zeitunterschied zwischen der Berührung und den Zuckungen zu bemerken.

## *I. Capitel.* Mechanik der motorischen Nerven.

### I. Von den Gesetzen der Leitung des Nervenprincips in den Bewegungsnerven.

*1. Die motorische Kraft wirkt in den Nerven nur in der Richtung der zu den Muskeln hingehenden Primitivfasern, oder in der Richtung der Verzweigung des Nerven und niemals rückwärts.* Es ist eine allgemein bekannte Erfahrung, dass, wenn man einen Muskelnerven reizt, die Zuckung in keinem andern Muskel eintritt, als in welchem sich der Nerve verzweigt. Reizt man einen Nervenstamm caustisch, mechanisch, elektrisch oder durch unmittelbare Anwendung beider galvanischen Pole auf den Nerven, so zucken die Muskeln aller Nervenzweige des gereizten Stammes, und niemals ein anderer Muskel. Man kann daher auch niemals durch unmittelbare caustische, mechanische oder galvanische Reizung eines Nerven durch beide Pole Zuckungen in Muskeln erregen, welche von Nervenzweigen abhängig sind, die über der gereizten Stelle vom Stamme abgehen. Nie erfolgt eine Spur einer Zuckung in den Muskeln des Oberschenkels, wenn man den untern Theil des N. ischiadicus reizt, wo er die Aeste für die Oberschenkel schon abgegeben hat. Es ist daher eine sichere Thatsache, *dass die motorische Kraft der Nerven nur in der Richtung der Nervenzweige, niemals rückwärts wirkt.* Man kann zwar auch Zuckungen in allen Muskeln erregen, die in dem galvanischen Strome, oder deren Nerven in dem galvanischen Strome liegen, wenn man den einen galvanischen Pol auf den Nerven am untern Theile des Körpers, den andern Pol auf Muskeln der obern Theile applicirt, und dann zucken auch die Muskeln der obern Theile; allein diese Anwendungsart des Galvanismus ist,

wie ich schon öfters bemerkte, durchaus verschieden von der unmittelbaren Reizung der Nerven durch beide Pole. Im letzten Falle wird nur der Nerve und seine motorische Kraft gereizt durch Anwendung eines galvanischen Stromes durch die Dicke des Nerven, und der Erfolg ist durchaus eben so, als wenn man den Nerven mechanisch reizt; im ersten Falle dagegen, wo viele andere Theile, Nerven und Muskeln in dem galvanischen Strome zwischen beiden Polen liegen, wird jeder Muskel und jeder Nervenzweig an seinem Orte von dem galvanischen Strome gereizt, und alle Muskeln zucken, die in dem galvanischen Strome liegen; auch müssen die Muskeln zucken, die zwar nicht im galvanischen Strome liegen, deren Nervenstämme aber dem galvanischen Strome ausgesetzt sind. Es wiederholt sich also auch nur wieder diese constante Erfahrungsthatsache, dass ein unmittelbar auf jede Art gereizter Muskelnerve mit motorischer Kraft nur auf die Muskeln seiner Nervenäste wirkt, niemals aber auf die Nervenzweige zurückwirkt, die oberhalb der gereizten Stelle vom Nervenstamm abgehen.

*II.* Die zweite Thatsache ist, *dass die mechanische oder galvanische Reizung eines Theiles eines Nervenstammes nicht die motorische Kraft des ganzen Stammes, sondern nur die des isolirt gereizten Theils in Anspruch nimmt*, so dass nicht alle Muskeln zukken, welche von dem Stamme Zweige erhalten, sondern nur diejenigen, welche von dem gereizten Theile eines Nervenstammes aus Zweige erhalten. Diese Versuche kann man, um an grösseren Nervenstämmen zu operiren, an Kaninchen machen. Man legt den N. ischiadicus gerade an seinem Austritte aus dem Becken bloss. Man kann dort leicht verschiedene Abtheilungen desselben mit der Nadel isolirt reizen, Abtheilungen, welche später erst aus dem Stamme sich als Aeste entwickeln. Man wird sich überzeugen, dass immer nur diejenigen Muskeln zucken, in welche sich der gereizte Theil des Nervenstammes verzweigt, nicht aber andere Muskeln des Ober- oder Unterschenkels. Um die kleinsten Zuckungen der Muskeln zu sehen, muss man vorher die Haut vom ganzen Bein bis zum Fuss an dem lebenden Thiere abziehen. Als ich den Nerv. ischiadicus, ehe er sich in den Nervus peronaeus und tibialis theilte, in mehrere Bündel trennte und jedes dieser Bündel isolirt reizte, sah ich bei dem einen Bündel eine Zuckung in anderen Muskeln am Unterschenkel, als beim Reizen anderer Bündel, und so bewegten sich denn bald die Wadenmuskeln, bald streckten, bald beugten sich die Zehen. Ja ich konnte Zuckungen in verschiedenen Stellen der Wadenmuskeln bemerken, wenn ich den N. peronaeus in verschiedene Bündel abtheilte, und jedes dieser Bündel mit der Nadel reizte. Dasselbe sieht man bei galvanischen Versuchen mit unmittelbarer Reizung einzelner künstlich abgesonderter Bündel des Nervus ischiadicus beim Frosch.

Man präparire sorgfältig ohne Zerrung eines Nerven beim Frosch ein Faserbündelchen des ganzen Schenkelnerven ab, und galvanisire es durch Anwendung beider Pole und der Kette auf dieses Bündelchen. Obgleich diess gegen die Schenkelmuskeln

zu noch in den ganzen Stamm zu den übrigen Nervenfasern des ganzen Stammes tritt, so zucken doch nicht alle Muskeln des Schenkels, sondern es entsteht eine ganz geringe Zuckung an einer einzelnen Stelle der Wadenmuskeln, Zehenbeuger, Zehenstrecker, Fussmuskeln, welche wahrscheinlich von der Fortsetzung jener Fasern im Stamme versehen wird.

Wird hingegen in dem vorher beschriebenen Versuche die Armatur nicht allein an dem Nervenfäserchen selbst, sondern die eine Platte an dem Fäserchen, die andere an dem dickern Theil des Nerven angelegt, so zuckt allerdings die ganze Extremität (A. v. Humboldt *a. a. O. I. p.* 212.); da indess in diesem Falle das galvanische Fluidum nicht auf das Fäserchen isolirt bleibt, sondern auf den Stamm des Nerven geleitet wird, so ist es gerade so gut, als ob der ganze Stamm des Nerven unmittelbar mit beiden Platten armirt worden wäre.

*III. Ein Rückenmarksnerve, der in einen Plexus tritt und zur Bildung eines grossen Nervenstammes mit anderen Rückenmarksnerven beiträgt, theilt seine motorische Kraft nicht dem ganzen Stamme mit, sondern den Fasern, in welche er sich vom Stamme bis in die Zweige fortsetzt.* Versuche von van Deen, von mir und von Kronenberg zeigen diess.

Beim Frosch kann man die Spinalnerven einzeln reizen, welche zur Bildung des N. ischiadicus zusammentreten, ehe sie sich vereinigt haben. Der Nervus inguinalis hängt durch ein sehr kurzes Verbindungsstück mit dem zweiten Nerven zusammen, so dass das Verbindungsstück meist vom zweiten kommend sich an den ersten anschliesst, sodann von diesem an den zweiten geht. Ferner verbindet sich der ganze zweite Nerve der Extremität mit dem ganzen dritten Nerven; aus dieser Verbindung entsteht der N. ischiadicus, der sich sowohl an der Haut des Oberschenkels, Unterschenkels und Fusses, wie in den Muskeln dieser Theile verzweigt. Man reizt die Nerven einzeln entweder mechanisch mit der Nadel, oder galvanisch, indem man beide Pole auf den Nerven wirken und einen galvanischen Strom durch die Dicke des Nerven gehen lässt, wobei man jeden Nerven, der zum Plexus beiträgt, von den übrigen auf einer Glasplatte isolirt. Man wird hierbei finden, dass beim Reizen der einzelnen Nerven, die zum N. ischiadicus zusammentreten, nicht gleiche Zuckungen in den Hinterbeinen erfolgen, sondern verschiedene, bei dem einen Nerven am Oberschenkel, bei dem andern am Unterschenkel oder am Fuss. Unter den drei Nerven, welche den Plexus der hinteren Extremität bilden, bewirkt der erste, gereizt, Zuckungen an der innern Seite des Oberschenkels, der zweite, der mit dem dritten den N. ischiadicus bildet, allein gereizt, Zuckungen der Muskeln des Oberschenkels und Unterschenkels, aber nicht des Fusses (die indess in mässigem Grade von Kronenberg beobachtet wurde); der dritte Bewegungen des Oberschenkels, Unterschenkels und Fusses. Van Deen's Versuche sind auf andere Weise angestellt. Er durchschnitt jeden der in den Plexus tretenden Nerven einzeln, und fand, dass trotz der Verbindung dieser Nerven untereinander, doch verschiedene Muskeln gelähmt

wurden. Nach Durchschneidung des N. inguinalis führte der Frosch noch alle Bewegungen mit den Beinen aus, mit Ausnahme der Anziehung des Oberschenkels zu dem Bauche. Nach Durchschneidung des zweiten Nerven vor dem Plexus hörte alle Bewegung der Muskeln des Oberschenkels und Unterschenkels auf, während die Bewegung am Fusse noch unversehrt blieb. Wurde der Verbindungszweig des N. inguinalis mit dem zweiten Nerven durchschnitten, so konnte der Frosch nicht mehr das Bein zum Unterleib anziehen; nach der Durchschneidung des N. inguinalis unter dieser Verbindung wurde dasselbe beobachtet. Wurde der N. ischiadicus von seinen beiden Wurzeln aus eingeschnitten oder der Länge nach getheilt, so war die Folge dieselbe, als wäre der ganze Stamm des N. ischiadicus durchschnitten worden, woraus van Deen schliesst, dass innerhalb der Verbindung beider Nerven eine Kreuzung der Nervenfasern beider Nerven stattfinde; denn es waren sowohl der Oberschenkel als Unterschenkel und Fuss gelähmt. Nach Durchschneidung des dritten Nerven, der die zweite Wurzel des N. ischiadicus bildet, war der Fuss (und Unterschenkel grossentheils) gelähmt. Durch Durchschneidung des zweiten Nerven oder der ersten Wurzel des N. ischiadicus hörte die Flexion und Extension des Oberschenkels auf, während die Bewegung am Fusse und untern Theile des Unterschenkels fortdauerte. Die Versuche von Kronenberg weichen im Einzelnen etwas ab, führen aber zu demselben Resultate. Eben so dessen Versuche an den Nerven, welche den plexus brachialis zusammensetzen. *Plexuum nervorum structura et virtutes. Berol.* 1836. Dass im Verlauf eines Nerven keine Mittheilung aus einer Faser in die andere stattfinde und dass die im Verlauf eines Nerven beständige Plexusbildung keine Ursache zur Mittheilung wird, beweist der Verf. durch einen sehr guten Versuch. Er schnitt den Nerven eines Frosches auf einer Seite bis fast zum Rande durch. Etwas davon entfernt schnitt er den Nerven noch einmal, aber auf der entgegengesetzten Seite bis fast zum Rande durch. Durch Reizung des Raumes über dem ersten Schnitt war es nun nicht möglich, das unter dem zweiten Schnitte liegende Stück der Muskeln und Nerven in Thätigkeit zu setzen. Der Zweck des Plexus der Nerven scheint in Beziehung auf die motorischen Nerven zu seyn, jedem Muskel Fasern von verschiedenen Stellen des Gehirns und Rückenmarks zuzuführen. Diess wird z. B. durch den plexus brachialis erreicht, wie die genauere Zergliederung desselben zeigt. Dann mögen die Plexus auch zur Mischung sensorieller und motorischer Fasern je nach dem Bedürfniss der Theile bestimmt seyn.

In den vorhergehenden Erfahrungsgesetzen ist bewiesen, dass die Bündel der Primitivfasern, die in einen Stamm treten, in den Stämmen isolirt ihre Kräfte äussern, ohne die übrigen Primitivfasern zu erregen. Aber selbst einzelne Theile eines Muskels können sich isolirt zusammenziehen, wie die einzelnen Portionen der Flexores communes und des Extensor communis digitorum für die einzelnen Finger. Der Musculus medius hat ganz verschiedene Wirkungen, je nachdem sich sein vorderer oder hin-

terer Theil zusammenzieht. Ersterer rollt den Oberschenkel nach einwärts, letzterer nach auswärts. Die einzelnen Theile des Sphincter palpebrarum und des Sphincter oris können isolirt wirken. Diess muss von der Wirkung verschiedener Nervenfasern abhängen.

Uebereinstimmende alltägliche Erfahrungen sind, dass obgleich dieselben Nerven oft Aeste an vielerlei Muskeln geben, der Hirneinfluss sich doch auf die Aeste oder einzelnen Bündel eines Stammes, die zu den Muskeln gehen, isoliren kann. Oft isolirt sich der Nerveneinfluss vom Gehirn aus, z. B. in Krankheiten desselben auf die kleinsten Muskelparthien, welche dann beben. Da aber alle Primitivfasern anatomisch geschieden sind, so folgt aus der Verbindung dieser anatomischen und physiologischen Thatsachen, dass alle Primitivfasern in den Stämmen und Aesten in ihren motorischen Kräften isolirt sind. Zur Zeit, als man das bei den galvanischen Versuchen an Thieren beobachtete Princip, damals thierische Elektricität genannt, noch für die Ursache der Nervenkraft hielt, musste man annehmen, dass diese in Distanz wirke. Alex. v. Humboldt und Reil haben die galvanischen Erscheinungen, wie sie durch Metallreiz an Thieren hervorgerufen werden, zu der Idee von der sensibeln Atmosphäre der Nerven benutzt. A. v. Humboldt hat zuerst die Entdeckung gemacht, dass heterogene Metalle schon galvanisch reizen, wenn eins derselben in einer Entfernung von $\frac{5}{4}$ Linien dem Muskel oder dem Nerven nahe kommt. Derselbe hat aber auch gefunden, dass die Leitung des galvanischen Stromes unter diesen Umständen von einem unmerklichen Verdampfen von Flüssigkeiten abhängt, dass sie sogleich aufhört, sobald keine unmerkliche Verdunstung stattfinden kann, und dass der Stimulus um so heftiger wirkt, je leichter und schneller das angewandte Fluidum verdampft, dass mit dem Anhauchen trockner Metallplatten, welche keine Reaction mehr hervorbringen, die galvanische Reizung sogleich erfolgt.

### II. Ueber die associirten Bewegungen oder Mitbewegungen.

Unter Mitbewegungen verstehe ich diejenigen Bewegungen der Muskeln, welche mit intendirten willkührlichen Bewegungen gegen den Willen zugleich erfolgen. In früheren Zeiten wurden mehrere dieser Erscheinungen mit vielen anderen nicht hieher gehörenden associirte Bewegungen genannt. Wir meinen hier nur diejenigen Bewegungen, die durch Bewegungen hervorgerufen werden. Im gesunden Zustande sind diese Bewegungen schon sehr häufig, wir wollen die Muskeln des äussern Ohres bewegen, aber wir bewegen bei dieser Intention auch den Musculus epicranius und mehrere Gesichtsmuskeln mit. Wir wollen die Nasenflügel heben und senken, aber wir runzeln zugleich, ohne dass wir es wollen, die Augenbraunen. Ueberhaupt können die wenigsten Menschen die Bewegungen einzelner Gesichtsmuskeln isoliren; sie können vielmehr die einzelnen Gesichtsmuskeln nur bewegen, wenn sie in einer Gruppe von anderen Gesichtsmus-

keln mitspielen. Die Dammmuskeln, Musc. sphincter ani, levator ani, transversus perinaei, bulbo-cavernosus, ischio-cavernosus, pubo-urethralis werden fast immer zusammen bewegt, wenn der Wille auch nur einen einzigen intendirt. Am auffallendsten zeigt sich diese Association bei der Bewegung der Iris. Wir sind nämlich nicht im Stande, die Augen durch den Musc. rect. int. nach innen zu kehren, ohne zugleich die Iris mitzubewegen und zusammenzuziehen. Auch kann das Auge nicht nach Innen und aufwärts gewandt werden (Musc. obliq. inf.), ohne dass die Iris enge wird. Die Bewegung dieser Muskeln und der Iris hängt von Aesten desselben Nerven ab, nämlich des N. oculomotorius, welcher die kurze oder motorische Wurzel des Ganglion ciliare abgiebt. Es springt daher bei der Intention des Willens auf den N. oculomotorius, und zwar auf die jene Muskeln versehenden Primitivfasern, das Nervenprincip immer auch etwas auf einen andern Theil der Primitivfasern des N. oculomotorius, denjenigen, welcher sich in die kurze Wurzel des Ganglion ciliare fortsetzt, über. In allen übrigen Muskeln zeigt sich ganz etwas Aehnliches. Den meisten Menschen ist es schwer, die einzelnen Bäuche des Musc. extensor communis digitorum willkührlich in Thätigkeit zu setzen und die einzelnen Finger z. B., den 3. und 4., die keine besonderen Strecker haben, allein zu erheben; bei Anstrengungen gar wirken viele Muskeln durch Association mit, ohne dass diese Bewegungen irgend einen Zweck haben; der Angestrengte bewegt seine Gesichtsmuskeln, als wenn er mit denselben zum Heben der Last beitragen könnte; bei jedem angestrengten Athmen und bei geschwächten Menschen wirken die Gesichtsmuskeln zum Athmen unwillkührlich mit, ohne dass die Zusammenziehung dieser Muskeln, ausser dem Heben der Nasenflügel irgend etwas zum Athmen beitragen könnte. Es sind dieser Erscheinungen so viele, und sie treten so häufig und alltäglich ein, dass diese wenigen Beispiele eines immer in derselben Weise sich wiederholenden Phänomens genügen können. Doch muss ich eine Thatsache noch besonders hervorheben, weil sie uns die ausgebildetste Tendenz zur Mitbewegung zwischen gleichen Theilen der rechten und linken Seite zeigt. Diess ist die willkührliche Bewegung der Iris. Die Bewegung der Iris ist immer gleichzeitig in beiden Augen, sowohl die durch den aussern Reiz hervorgerufene als die von innen intendirte, und die Bewegung erfolgt immer auf durchaus gleiche Art, mag der Reiz von innen oder aussen auch nur auf ein Auge wirken. Ist nur ein Auge geöffnet, so ist die Weite der Pupille bei dem auf Ein Auge stattfindenden Lichteindrucke grösser, als wenn beide Augen bei gleichem Lichteindruck offen sind. Ist der Lichteindrucke auf beide Augen verschieden, so ist gleichwohl die Grosse der Pupille auf beiden Augen gleich, und entspricht dem Mittel aus beiden Lichteindrücken. So verhält es sich aber auch bei von innen intendirten Bewegungen der Iris. Wir können die Iris immer willkührlich bewegen durch Association, wie ich schon anführte, nämlich durch Bewegung des Auges nach innen, oder nach innen und oben; aber das Merkwürdigste hierbei ist, dass die Iris

beider Augen sich verengt, wenn nur Ein Auge ganz nach innen gestellt wird, das andere aber seine gerade Stellung behält. Ich besitze das Vermögen, die Iris durch Einwärtswenden der Augen zu verengern, was jeder Mensch hat, in einem ganz ausserordentlichen Grade. Schliesse ich Ein Auge *A* und sehe mit dem andern *B* gerade aus und unverwandt, so bewege ich die Iris des unverwandten Auges *B* ganz nach Willkühr, je nachdem ich das bedeckte Auge *A* einwärts oder auswärts drehe. Hier ist die Ursache der wunderbaren Bewegung verdeckt, und die Bewegung erscheint um so auffallender, als das Auge, worauf die verborgene Ursache mitwirkt, ganz unverwandt ist. Sogleich wird aber dem Beschauer die Ursache offenbar, sobald ich das Auge *B* öffne, wo man dann sieht, dass ich, sobald ich die Iris in dem unverwandten Auge *B* verengern will, das Auge *A* nach innen stelle. Offenbar muss nun im Gehirn eine durch die Lagerung der Fasern bedingte Intention seyn zur Association der Wirkungen in den Primitivfasern der N. oculomotorii, welche in die kurze Wurzel des Ganglion ciliare gehen. Ein interessantes, nach unseren Principien leicht erklärbares Factum ist die Verengerung der Iris beider Augen im Schlafe. Diess ist auch eine Mitbewegung, deren Ursache die Stellung der Augen nach innen und oben im Schlafe ist, wo mit der Thätigkeit des entsprechenden Zweigs des Oculomotorius auch die Mitreizung der zum Ganglion ciliare gehenden Fasern des Oculomotorius vom Gehirn aus erfolgt. Ausser der Iris haben noch viele andere Muskeln beider Seiten die Tendenz zur Association ihrer Bewegungen vom Gehirn aus. So sind die Augenmuskeln zur Mitbewegung geneigt, denn es ist unmöglich, das eine Auge abwärts, das andere aufwärts, oder beide zugleich nach auswärts zu stellen. Immer bewegt sich das eine Auge unwillkührlich nach einwärts, wenn das andere nach auswärts gedreht wird. Ausführlicher werden wir davon im zweiten Bande dieses Werkes in der Lehre von den Bewegungen handeln. Es gehört Uebung dazu, ein Auge allein offen zu halten, also bloss den Musculus levator palpebrae superioris einer Seite durch den Nervus oculomotorius zu bewegen. Wenige Menschen können die Gesichtsmuskeln der einen Seite durch den N. facialis anders wirken lassen als auf der andern Seite. Ich vermag die Ohrmuskeln zu bewegen, selbst die kleineren, wenigstens ganz deutlich den Musc. antitragicus; aber wenn ich diess an einem Ohre thun will, geschieht es immer zugleich an dem andern Ohre. Ich weiss nicht, ob ein Mensch den Musc. stylohyoideus einer Seite allein bewegen kann. Selbst am Rumpfe zeigt sich eine ähnliche Tendenz zur gleichzeitigen Bewegung derselben Muskeln, aber viel geringer; die Bauchmuskeln und Dammmuskeln, das Zwerchfell wirken fast immer von beiden Seiten zugleich, und selbst die Nerven und Muskeln der Extremitäten, wenn sie auch in dieser Hinsicht freier sind, entziehen sich doch dem allgemeinen Gesetze nicht ganz; wenigstens ist es bekanntlich schwer, entgegengesetzte rotirende Bewegungen einer gewissen Richtung z. B. um eine gemeinschaftliche Querachse, mit beiden oberen oder beiden unte-

ren Extremitäten zu vollziehen, während gleichartige Bewegungen mit beiden Extremitäten zugleich sehr erleichtert sind.

Die Theorie aller dieser Erscheinungen ist offenbar. Da die Primitivfasern aller willkührlichen Nerven im Gehirn zuletzt sammt und sonders explicirt werden, um dem Einfluss des Willens unterworfen zu werden, so kann man sich die neben einander im Gehirn zum Vorschein kommenden Anfänge aller Nervenfasern willkührlicher Nerven gleichsam wie die Tasten eines Claviers vorstellen, welche der Gedanke spielt oder anschlägt, indem er die Strömung oder Schwingung des Nervenprincips in einer gewissen Anzahl Primitivfasern, und dadurch Bewegung veranlasst. Am Ursprung dieser Fasern muss aber die Leitung der Hirnsubstanz die gleichzeitige Affektion nahe liegender Primitivfasern erleichtern, so dass es der Intention des Willens schwer wird, sich auf einzelne Primitivfasern zu beschränken. Diese Fähigkeit der Isolation wird aber durch Uebung erlangt, das heisst, je ofter eine gewisse Zahl Primitivfasern der Intention des Willens ausgesetzt wird, um so mehr erhalten sie die Neigung, der Intention allein, ohne die nebenliegenden Primitivfasern, zu gehorchen, um so mehr bilden sich gewisse Wege der leichtern Leitung aus. Wir sehen in gewissen Künsten diese Fähigkeit der Isolation auf den höchsten Grad der Ausbildung gebracht, wie beim Spielen musikalischer Instrumente, besonders beim Clavierspielen.

Alle Mitbewegungen haben ihren Ursprung im Gehirn selbst, durch eine Communication der Primitivfasern in einem motorischen Nerven können sie nicht erklärt werden, weil die Primitivfasern nicht communiciren, und weil die Reizung eines Theiles von einem grossen Nervenstamm niemals auf die übrigen Theile des Nervenstammes, sondern nur auf die Fortsetzung der Fasern des gereizten Theiles vom Stamme wirkt. Siehe oben p. 689.

Durch den N. sympathicus können die Mitbewegungen auch nicht erklärt werden, weil dieser auch keine Verbindungen der einzelnen Theile eines motorischen Nerven unterhält, auch nicht die symmetrischen Nerven beider Seiten, sondern nur das Gehirn und Rückenmark diese verbindet.

## *II. Capitel.* Mechanik der Empfindungsnerven.

### I. Von den Gesetzen der Leitung in den sensibeln Nerven.

Um Empfindung zu haben, muss ein Nerve noch mit dem Organe des Bewusstseyns, mit dem Gehirn unmittelbar oder mittelbar durch das Rückenmark zusammenhängen. Betrachten wir jetzt auch hier das Verhältniss der Nervenäste zu den Nervenstämmen.

*I. Wenn ein Nervenstamm gereizt ist, so haben alle Theile, welche Zweige von dem Stamme erhalten, Empfindung der Reizung, und es ist eben so gut, als wenn alle letzten Aeste desselben gereizt*

*werden.* Reizt man einen Zweig eines Nervenstammes, so ist die Empfindung des Reizes auf den Theil beschränkt, zu welchem dieser Zweig hingeht. Reizt man den Stamm aller Zweige, so ist die Empfindung auf alle Theile ausgedehnt, zu welchen Zweige dieses Stammes hingehen. Diese Versuche kann man begreiflich nur an sich selbst anstellen, sie liefern aber eben so sichere Resultate, wie die Versuche über Bewegung bei Thieren. Wenn man den N. cubitalis absichtlich über der innern Seite des Ellbogens oder über dem Condylus internus zerrt oder quetscht, indem man mit den Fingern den N. cubitalis hin und her schiebt und drückt, so hat man die Empfindung von Prickeln und Nadelstichen, oder von einem Stoss in allen Theilen, in welchen sich der N. cubitalis endlich verzweigt, namentlich in der Fläche und auf dem Rücken der Hand, in dem 4. und 5. Finger. Drückt man stärker, so hat man auch Empfindungen im Vorderarme. Durch starkes Auf- und Abwärtsstreichen mit dem Daumen an der innern Fläche des Oberarms und durch Druck in die Tiefe am obersten innern Theile des Arms trifft man leicht den Nervus radialis, medianus, und man hat ähnliche Empfindungen in den Theilen, wo sie sich verbreiten. Drückt man einen grossen Nervenstamm für ein ganzes Glied, z. B. den Nervus ischiadicus, so hat man die bekannte Empfindung von Prickeln, Nadelstichen und Einschlafen im ganzen Beine, und leicht kann man es durch eine besondere Lage des Oberschenkels beim Sitzen so einrichten, dass der N. ischiadicus bei seinem Austritt schon gedrückt wird. Auf diese Art kann man nach und nach die Stellen finden, wo man durch mechanische, ganz unschädliche Reize an vielen auch kleinen Nerven ähnliche Versuche an seinem eigenen Körper anstellen kann, wie sonst über Bewegungen an Thieren angestellt werden. Man wird sich dabei immer überzeugen, dass bei Reizung eines Stammes jedesmal die Empfindung in den äusseren Theilen aller seiner Aeste stattfindet, gerade so wie bei Reizung eines Muskelnervenstammes die Bewegungen in den Muskeln aller seiner Aeste stattfinden. Es ist also hier gerade so wie bei der motorischen Kraft, nur dass diese noch auf die Muskeln durch Reizung des Nerven wirken kann, wenn der Nerve schon nicht mehr mit dem Gehirn zusammenhängt, die Empfindung aber nur stattfindet, wenn die Reizung der Nerven noch zu dem Gehirn gelangt.

*II. Die Reizung eines Nervenzweiges ist mit Empfindung begleitet, die auf die Verbreitung dieses Zweiges beschränkt ist, und (wenigstens in der Regel) nicht mit Empfindung in den Nervenzweigen, die höher vom Nervenstamme oder von demselben Plexus abgehen* Die Thatsachen, welche hierher gehören, sind zu bekannt, als dass ich sie einzeln aufführen müsste. Die Reizung der Haut wird in der Regel nur da empfunden, wo sie stattfindet. Niemals wirkt diese Reizung auf den Plexus brachialis und die übrigen Nerven desselben zurück. Dass ein Empfindungsnerve, der mit einem andern empfindlichen Cerebrospinalnerven anastomosirt, nicht die Empfindungen auf den Stamm des zweiten Nerven überträgt, dass die Anastomose vielmehr nur ein Apparat zur

weitern peripherischen Vertheilung der Primitivfasern ist, geht aus den p. 669. angeführten Versuchen von Gaedechens am N. facialis und infraorbitalis hervor; denn bei den Anastomosen zwischen Aesten beider Nerven geht nichts vom N. infraorbitalis auf den Stamm des N. facialis, oder von N. facialis auf den N. infraorbitalis zurück, sondern von beiden Nerven gehen die Fasern aus der scheinbaren Anastomose nur peripherisch weiter. Als Gaedechens einen Zweig des N. facialis zum N. infraorbitalis durchschnitt und das dahingehende Stück des N. facialls reizte, entstanden keine Empfindungen, es ging also vom N. facialis von dort aus nichts durch den N. infraorbitalis zum Gehirn zurück. Eben so wenig wird man an einem vom Stamme des N. infraorbitalis abgetrennten, noch mit dem N. facialis zusammenhängenden Stück des N. infraorbitalis Schmerzen erregen können. Es ist also gerade so wie mit der motorischen Kraft, welche nach Reizung eines Nervenzweigs niemals Zuckungen durch Nervenzweige, die höher aus dem Stamme entspringen, zurückwirkend erzeugt. Unter gewissen Bedingungen können indess auch von einem einzelnen Nerven aus sehr ausgebreitete Empfindungserscheinungen entstehen. Diese Phänomene sind indess nur durch Mitwirkung der Centralorgane, des Gehirns und Rückenmarks und nicht durch Wechselwirkung der Nerven selbst zu erklären, wie später gezeigt werden wird.

*III. Erhält ein Theil durch eine Nervenanastomose verschiedene Nerven gleicher Art, so kann nach der Lähmung des einen der andere Nerve nicht die Empfindung des ganzen Theiles unterhalten, vielmehr entspricht der Umfang der noch empfindlichen Stellen der Zahl der noch unversehrten Primitivfasern.* Anastomosiren zwei Nerven mit einander, so kann die eine Wurzel der Anastomose nicht die andere ersetzen, so wie die Arterien durch Anastomose einander ersetzen, sondern überall, wo zwei Cerebrospinalnerven sich aneinander legen, um einen dickern Stamm zu bilden, werden durch die Lähmung der einen Wurzel dieses Stammes auch alle Primitivfasern gelähmt, die von diesem Würzelchen in den Stamm treten, und es bleiben nur diejenigen Fasern des Stammes übrig, die von der noch nicht gelähmten Wurzel kommen. Auf diese Art kann nach der Durchschneidung des N. ulnaris, welcher den 5. und 4. Finger, zum Theil auch 3. Finger versieht, dieser nicht durch die Communication dieses Nerven mit dem N. medianus und radialis ersetzt werden, sondern die Durchschneidung des N. ulnaris lähmt die Empfindung in diesen beiden Fingern, wie bekannt ist. Bleibt noch eine geringe Spur von Empfindlichkeit an der Aussenseite des 4. Fingers zurück, so muss sie von den Primitivfasern herrühren, die vom N. medianus sich zum Ramus volaris des N. ulnaris gesellen. Die geringe Empfindlichkeit, die im Gliede von einem der Nerven zurückbleibt, kann also immer aus nicht communicirenden und nur scheinbar anastomotischen Fasern anderer Nerven erklärt werden. Diese Facta werden vollkommen durch die Geschichte der örtlichen Lähmungen erläutert. In einem Falle, in welchem Earle (*Med. chirurg. transact. Vol. VII.*) einen Theil des Ulnarnerven hinter dem Condylus int. ossis humeri ausschnitt, konnte der kleine Finger noch fünf Jahre nach

der Operation nicht gebraucht werden, und hatte nur unvollkommene Empfindungen. Swan bemerkt hierbei mit Recht, wenn die vermeinte Communication auch nur in einem geringen Grade vorhanden wäre, würden dann nicht die Anastomosen, welche zwischen dem Theil des Ulnarnerven, der unterhalb der Trennung liegt, und dem Nervus medianus und radialis stattfinden, eine hinlängliche Verbindung jenes Theiles mit dem Gehirn unterhalten haben, wenn jenes Fortleiten des Nerveneinflusses so leicht wäre? a. a. O. p. 68. Swan erzählt p. 69. einen andern Fall, wo nach einer Schnittwunde am Vorderarm, drei Zoll vom Handgelenk, wobei der N. radialis und medianus durchschnitten worden zu seyn schienen, im Daumen und den beiden nächsten Fingern, so wie in den Theilen der Hand, welche diesen entsprechen, auf dem Rücken und in der Fläche das Gefühl verloren war, dagegen in dem 4. und 5. Finger und in den Theilen der Hand, in welchen sich der N. ulnaris vertheilt, das Gefühl erhalten war.

Wenn daher Nerven vielfache Anastomosen zu bilden scheinen, und in den Bündeln desselben Stammes oft von Zoll zu Zoll Anastomosen ihrer Scheiden eingehen, während die Primitivfasern parallel fortgehen, so hat die Natur nichts den Anastomosen der Gefässe Gleiches gebildet, sondern vorgesehen, dass dieselben Theile Primitivfasern von verschiedenen Nerven aus erhalten. Diese Anordnung war darum um so nützlicher, als sonst durch Verletzung eines Nerven die Verbindung eines Theiles mit dem Gehirn ganz aufgehoben wäre.

*IV. Verschiedene Theile, in der Dicke eines Empfindungsnerven gereizt, bewirken dieselben Empfindungen, wie wenn verschiedene Endzweige dieser Theile des Stammes gereizt werden.* Beweis. Wenn man den N. cubitalis auf die schon beschriebene Art an sich selbst mechanisch reizt, besonders indem man ihn mit den Fingern drückend hin und her schiebt, so hat man die Empfindung von Prickeln, Nadelstechen in der Hohlhand, im Rücken der Hand und am 4. und 5. Finger. Aber je nachdem man gerade drückt, tritt das Prickeln bald am 4., bald am 5. Finger, bald in der Hohlhand, bald auf dem Rücken der Hand ein, und in der Hohlhand wie auf dem Rücken derselben wechselt auch der Ort des prickelnden Punktes, je nachdem sich der Druck am N. cubitalis ändert, also verschiedene Fasern dieses Nerven oder Faserbündel mehr gedrückt werden als andere. So wird man es auch finden bei Reizung der Nervenstämme am Oberarm; allein beim N. cubitalis lässt sich gerade am besten der Druck auf verschiedene Theile in der Dicke des Nerven isoliren, je nachdem man bald drückt, bald den Nerven in der Furche am Condylus internus humeri am Ellbogen mit dem Finger der andern Hand hin und her schiebt. So habe ich auch durch heftigen Druck auf den N. infraorbitalis an der Austrittsstelle aus dem Foramen infraorbitale das Prickeln an der Wange und der Oberlippe an verschiedenen Stellen empfunden, je nachdem der Druck und das drückende Hin- und Herschieben wechselte. Die Application des Druckes auf den N. infraorbitalis ist übrigens

viel schwerer, weil man die Austrittsstelle des Nerven durch Druck und die erfolgenden Gefühle erst bestimmt ausmitteln muss.

*V. Die Empfindungen der feinsten Nervenfasern, wie die der Nervenstämme, sind isolirt und vermischen sich nicht mit einander von den äusseren Theilen bis zum Gehirn.* Beweis. Dieser Schluss ergiebt sich aus den vorher mitgetheilten Thatsachen und Gesetzen. Früher wurde bewiesen, dass alle Primitivfasern eines Nerven sich niemals verzweigen oder verbinden, weder im Stamme noch in den Anastomosen der Nerven, wo die Primitivfasern bloss aus einer Scheide in die andere Scheide übergehen und neue Ordnungen bilden, indem sie sich nur parallel an andere Primitivfasern anlegen. Es wurde gezeigt, dass der Nervenstamm auf diese Art das Ensemble aller Primitivfasern ist, die sich aus seinen Aesten entwickeln, und dass also eine prästabilirte Harmonie der Fasern des Stammes mit den Elementen der feinsten Zweige existirt. Es wurde ferner bewiesen, dass die Stämme der Nerven dieselbe Empfindung haben als alle Zweige zusammen, dass ein Ast des Stammes bei dem Reiz keine Empfindung in anderen Aesten desselben Stammes erregt, dass ein Theil eines Stammes eben solche Empfindungen hat, als wenn einzelne Theile von den Zweigen des Stammes oder der Theile, wo sie hingehen, gereizt werden. Fasst man diess Alles zusammen, so wird man den vorher aufgestellten Schlusssatz zugeben müssen, obgleich er nur approximativ und nicht von jeder feinsten Primitivfaser erwiesen ist. E. H. Weber's schöne Versuche, nach welchen die Unterscheidungskraft für die Distanz zweier die Haut berührender Körper in verschiedenen Theilen sehr verschieden ist, und nach welchen mehrere Theile des Körpers, wie die Zungenspitze, die Distanz zweier Körper schon auf $\frac{2}{5}$ Linie Entfernung, andere, wie die Mittellinie des Rückens, nur auf 30 Linien Entfernung unterscheiden, ist kein Einwurf wider jenen Satz; denn jene Unterscheidungskraft hängt wohl davon ab, wie viel oder wie wenig Primitivfasern sensibler Nerven zu einem gewissen Felde des Hautorganes hingehen.

Es fragt sich nun, wenn die Primitivfasern der Nerven, die im Stamme vereinigt zusammenliegen, in den Aesten ausgebreitet werden, an verschiedenen Stellen ihrer Länge gereizt sind, was für eine Empfindung sie haben, ob die Empfindung auch dann in Hinsicht des Orts immer eine ist, oder ob die Empfindungen an verschiedenen Stellen in der Länge der Primitivfasern als verschiedene unterschieden werden. Kann ich es aus der Empfindung wissen, ob ein und dasselbe Bündel Primitivfasern an seinem Stamme, in den Aesten oder in der Haut, wo sie sich entwickelt haben, gereizt wird? Die Antwort ist zum Theil in den vorher mitgetheilten Beobachtungen enthalten.

1) Wenn der Stamm eines Nerven gereizt wird, so ist die Empfindung, als wenn alle die Primitivfasern gereizt würden, welche sich in die äusseren Theile begeben, und die Empfindung hat eben so gut scheinbar in den äusseren Theilen statt, als wenn diese selbst gereizt werden.

2) Wenn verschiedene Primitivfasern in einem Nervenstamme gereizt werden, so ist die Empfindung, als wenn verschiedene Punkte an den äusseren Theilen gereizt werden.

3) Die Reizung jedes Astes ist mit Empfindung begleitet an den Theilen, zu welchen der Ast hingeht.

Es scheint also gleich, wo die Primitivfasern gereizt werden: in den Stämmen selbst, wo sie noch neben einander liegen, in den Aesten, wo sie sich in Bündel abgetheilt haben, oder in den äussersten Theilen, wo sie sich ganz vereinzeln. Wird die Haut gereizt durch Nadelstiche oder indem Mücken darüber laufen, sind also die Enden der Primitivfasern irritirt, so haben wir dort die Empfindung von Nadelstichen und Mückenlaufen; werden dagegen die Massen der Primitivfasern in einem kleinen Zweig am Finger gedrückt, so entsteht die Empfindung von Nadelstichen und Mückenlaufen in der Haut der Finger; wird ein ganzer Stamm gedrückt, so entsteht dieselbe Empfindung von Nadelstichen und Mückenlaufen in der Haut, wo die letzten Enden der Primitivfasern des Stammes hingehen. Ist der Druck auf den Stamm z. B. des Nervus cubitalis oder eines anderen an der innern Seite des Oberarms plötzlich und stark, so ist die Empfindung wie von einem elektrischen Schlage in allen Fasern, in welchen sich der Stamm verbreitet; aber dieser Schlag fühlt sich scheinbar nicht da, wo der Nerve gedrückt wird, sondern da, wo die Primitivfasern des Nervenstammes in der Haut der Finger, der Hand, in den Muskeln des Vorderarms sich enden. Es gehören hieher auch die Phänomene bei der Durchschneidung der Nerven beim Menschen in Amputationen. Im Momente der Durchschneidung der Nerven werden die heftigsten Schmerzen scheinbar in dem zu amputirenden Theile, worin sich die durchschnittenen Nerven verbreiten, empfunden. Diess ist etwas ganz Constantes, wie mir auf meine Frage der erfahrungsreiche Dirigent der chirurgischen Abtheilung des Krankenhauses zu Hamburg Herr Dr. Fricke versichert hat. Da jede Primitivfaser eines Nerven bei ihrer Länge vom Gehirn, durch den Stamm des Nerven in die Aeste, bis in die Haut nur in einem Punkte nämlich am Ende mit dem Gehirn zusammenhängt, so scheint es ganz consequent, dass diese Primitivfasern unten in der Haut, in der Mitte oder im Stamme afficirt, dieselben Empfindungen haben sollen; denn alle Empfindungen, die in ihrer ganzen Länge stattfinden, können sie doch nur in einem einzigen Punkte mit dem Gehirn oder dem Organe des Bewusstseyns in Verbindung bringen. Es scheinen daher alle Primitivfasern eines Nerven, mögen sie lang oder kurz seyn, immer nur einen Punkt im Gehirn zu repräsentiren, der immer dieselbe Empfindung zum Bewusstseyn bringt, mag die Faser in der Haut afficirt seyn oder im Stamme. Wir scheinen bei Reizung der Nervenfasern an verschiedenen Orten ihrer Länge die Empfindungen immer in der Haut zu haben, weil sie in der Regel immer dann entsteht, wenn die Haut oder die Hautenden der Primitivfasern afficirt werden. So richtig diese Schlüsse aus den bisher angeführten Beobachtungen sind, so ist diese Theorie der Empfindungen doch noch ziem-

lich weit von einem vollkommenen Beweise entfernt, wie sich aus Folgendem ergiebt.

*VI. Obgleich beim Druck auf einen Nervenstamm, die Empfindungen in den äusseren Theilen zu seyn scheinen, wird doch auch ein heftiger Druck des Stammes zugleich an der Druckstelle des Stammes empfunden.* Diese Erfahrung macht man sonst nur selten, indem man sich an den Nervus ulnaris anstösst. Man kann aber ohne gewaltsame Eingriffe auch Versuche darüber an sich anstellen. Drückt man nämlich den Nervus ulnaris über dem Condylus internus humeri allmählig verstärkt an den Knochen an, indem man ihn bei dem Druck zugleich fixirt und nicht verschiebt, so wird zwar der ganze Arm unter der Druckstelle, und zwar so weit sich der Nervus ulnaris verzweigt, schmerzhaft, allein ein lebhafter, nicht bloss von der Empfindlichkeit der umliegenden Theile herrührender Schmerz, der seinen Sitz im Stamme des Nervus ulnaris hat, fühlt sich auch an der Druckstelle. Diess dürfte nach Analogie der vorhergehenden und noch später zu beschreibenden Erscheinungen nicht seyn, und es scheint, dass uns hier noch etwas Räthselhaftes, für die Theorie der Empfindungen Wichtiges verborgen ist. Man beobachtet etwas Aehnliches bei den Neuromen. Die characteristischen Symptome dieser Geschwülste der Nerven sind zwar, dass die Schmerzen in allen Theilen, zu welchen der Nerve hingeht, z. B. bei einer Geschwulst des Nervus ulnaris am Oberarm, die Schmerzen in der Hand und am 4. und 5. Finger furchtbar heftig auftreten, wie denn auch im Moment der Durchschneidung des kranken Nerven über der Geschwulst in jenen Theilen die furchtbarsten Schmerzen eintreten (von mir selbst bei einer vom Professor Wutzer im chirurgischen Clinico gemachten Durchschneidung des Nervus ulnaris am Oberarm über einem Neuroma desselben beobachtet). Vergl. Aronssohn *observ. sur les tumeurs developpées dans les nerfs. Strasb.* 1822. *p.* 9. Allein auch das Neuroma selbst pflegt sehr schmerzhaft und empfindlich zu seyn. An diese Erfahrungen, dass ein Nervenstamm afficirt sowohl an den Theilen, zu welchen seine Zweige hingehen, als an sich selbst Empfindungen verursacht, schliesst sich eine ähnliche Erscheinung vom Rückenmark an, bei dessen Krankheiten die Schmerzen in der Regel in allen unter der afficirten Stelle liegenden peripherischen Theilen, allein zuweilen, obgleich selten, wie bei der Neuralgia dorsalis, auch in der Mittellinie des Rückens vorgefunden werden.

Leider hat die ausübende Chirurgie die herrliche Gelegenheit, Beobachtungen über die Erscheinungen bei der Durchschneidung der Nerven anzustellen, bis jetzt so wenig benutzt. Bei einem so gewaltsamen Eingriff in die Organisation eines Menschen, wie die Amputation oder die Durchschneidung eines Nerven, müssten sich die wichtigsten physiologischen Fragen aufdrängen.

Auch die Verbreitung der Schmerzen in den Neuralgien nach dem Verlauf der Nerven scheint der früher angeführten Theorie der Empfindungen zu widersprechen. Doch muss bemerkt wer-



den, dass die Verbreitung der Schmerzen in den Neuralgien keineswegs immer nach dem Verlauf der Nerven erfolgt. In mehreren Fällen von reinen Neuralgien, die ich in Berlin untersuchte, verliefen die Schmerzen durchaus nicht nach der anatomischen Verbreitung des Nerven; ich sah z. B. eine Neuralgie des Gesichts, die vom Scheitel anfangend durch die Orbita auf die Wange ging und dort endete. Bei einer andern Neuralgie konnte man den N. ulnaris, so gut als den N. radialis im Verdacht haben, und doch passte Beides nicht recht. Eben so sah ich eine Neuralgie am Schenkel, die der Arzt wohl gewöhnlich für Ischiadik, aber ein Anatom nicht dafür halten würde. Dagegen sah ich auch wieder eine Neuralgie der N. facialis und lingualis, wo die Schmerzen, wenn auch nicht constant, doch öfter unter dem Ohr hervorzukommen und sich strahlenförmig im Gesicht zu verbreiten schienen. Bei demselben Manne ging der Schmerz oft gegen die anatomische Verbreitung, und warf sich oft vom Gesicht auf die Zunge. In diesem Falle bilden die Neuralgien aber einen Einwurf gegen die früher erwähnte Theorie der Empfindungen. Wenn die oben erwähnten Thatsachen gegen jene Theorie von der Mechanik der Empfindungen sprechen, so sind ihr die folgenden wieder günstig; hier fehlt uns ein Aufschluss, der diese Widersprüche aufhellt.

*VII. Wenn die Empfindung in den äusseren Theilen durch Druck oder Durchschneiden vollkommen gelähmt ist, so kann der gereizte Stamm des Nerven noch Empfindungen haben, welche in den analogen äusseren Theilen zu seyn scheinen.* Beweis. Es giebt bekanntlich Lähmungen, bei welchen die Glieder durchaus keine Empfindlichkeit für äussere Reize haben, und wobei gleichwohl die heftigsten Schmerzen in dem für äussere Reize unempfindlichen Theile stattfinden. Solche Glieder kann man stechen, anschneiden, stossen, ohne die geringste Empfindung, und dennoch sind die Schmerzen aus inneren Ursachen zuweilen stark. Bei dem bisherigen rohen Zustande der Nervenphysiologie waren diese Fälle ein Widerspruch, ein unauflösliches Räthsel. In Bonn habe ich einen solchen Fall bei einem gewissen Heidenreich gesehen, der an den unteren Extremitäten vollständig, sowohl in Hinsicht der Empfindung als der Bewegung, gelähmt ist. Von Zeit zu Zeit werden die Glieder von Zuckungen ergriffen, wobei heftige Schmerzen im ganzen Beine eintreten, aber die Empfindung für äussere Reize nicht wiederkehrt. Wenn die äusseren Theile der Nerven gelähmt sind, so kann die Irritation der Stämme noch die heftigsten Schmerzen verursachen, welche in den äusseren Theilen zu seyn scheinen (Anaesthesia dolorosa). Man sieht leicht ein, dass die schmerzhaften Lähmungen der Empfindung vorzüglich solche seyn müssen, wo die äusseren Theile der Nerven gelähmt sind, die Stämme und Ursprünge aber noch unversehrt, also in den rein örtlichen Lähmungen der Nerven bei vollkommener Integrität des Gehirns und Rückenmarks, wie in den örtlichen rheumatisch-gichtischen Lähmungen, in örtlichen Lähmungen, die durch Druck auf die Nerven, durch ganglïöse Anschwellungen der Nerven verursacht sind. Earle

erzählt einen Fall (*med. chirurg. transact.* 7. 173. Meckel's *Archiv*. 3. 419.) von Lähmung des Armes durch einen Schlüsselbeinbruch. Die Finger und der ganze Arm waren empfindungslos gegen äussere Eindrücke, dennoch empfand der Kranke bei jedem Versuch das Glied zu bewegen, bisweilen sogar bei voller Ruhe, heftige Schmerzen in den Fingerspitzen.

Hierher gehört auch die durch unzählige Erfahrungen bestätigte Thatsache, dass die Durchschneidung der Nerven bei Neuralgien in der Regel nichts fruchtet, und dass die Schmerzen oft wiederkehren, obgleich die Nerven durchschnitten, ja stückweise ausgeschnitten waren, so dass die Schmerzen in der Wange eben so heftig wurden als zuvor. In der That, wenn der Nervenstamm die Ursache der Neuralgie ist, kann die Durchschneidung des Stammes z. B. des Nervus facialis, infraorbitalis, durchaus nichts fruchten, denn der Stumpf des Stammes, der noch mit dem Gehirn in Verbindung steht und noch alle Primitivfasern enthält, die sich in der Haut entwickelten, hat, wie wir wissen, bei seinen Reizungen dieselben Empfindungen scheinbar in den äusseren Theilen, als wenn diese selbst afficirt sind. Nur selten fruchtet die Durchschneidung des Nerven und die Ausschneidung eines Stückes, und natürlich nur dann, wenn die Ursache der Neuralgie in den Aesten, nicht im Stamme war.

Mit der Durchschneidung eines Nerven hört daher nur die Möglichkeit auf, mit dem Hautende der Nervenfasern äussere Eindrücke zu empfinden, weil der Eindruck nicht mehr zum Gehirn geleitet werden kann. Aber dieselben Empfindungen, die sonst aus äusseren Eindrücken entstehen, werden aus innerer Ursache erscheinen, wenn nur die Primitivfasern des Stammes mit dem Hirn- oder Rückenmark in Verbindung stehen.

Wenn ein Nerve zufällig z. B. am Finger durchschnitten wird, so tritt im Zeitraume der Wundentzündung Schmerz in dem gelähmten Theile des Fingers ein, während derselbe Theil gar kein Gefühl gegen äussere Reize hat. Die Empfindung des Schmerzes vergeht wieder nach der Wundentzündung, und nun ist der Theil wieder ganz empfindungslos. Von besonderem Interesse ist in dieser Hinsicht eine Beobachtung von Gruithuisen an sich; die ich schon p. 411. berührt habe. Nach einer Verwundung am Daumen, welche den N. dorsalis radialis pollicis durchschnitt, wurde die Seite des Daumenrückens bis unter den Nagel ganz unempfindlich. Zur Zeit der Entzündung wurde diese Hautstelle sehr schmerzhaft; diese Schmerzen verschwanden nach acht Tagen mit der Heilung, worauf der für äussere Eindrücke unempfindliche Zustand allein übrig blieb. Wenn Gruithuisen später auf die Narbe klopfte, hatte er die Empfindung von Prikkeln unter dem Nagel. *Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie.*

Everard Home erzählt in den *Phil. transact.* einen Fall von Gesichtsschmerz. In einem Falle, wo man die Durchschneidung des Nerven verrichtet, gelang die Vereinigung per primam intentionem nicht, und während der Zeit, dass die Wunde offen war, verursachte der entzündliche Zustand des getrennten Nervenen-

des dem Kranken Anfälle, die denen glichen, welche er vor der Operation erlitten hatte. Als aber die Wunde vollständig geheilt war, trat kein solcher Anfall wieder ein. J. Swan *über die Localkrankheiten der Nerven, übers. von* Francke. *Leipzig* 1824. *p.* 78.

Die Phänomene beim sogenannten Einschlafen der Glieder von Druck auf die Nerven sind auch Erläuterungen davon. Der Druck auf die Nerven hebt die Leitung von den peripherischen Enden der Nerven auf; aber derselbe Druck afficirt auch den centralen Theil des Nerven, daher die Empfindung von Formicatio, Prikkeln, Stechen in dem Beine, welches gleichwohl seine Empfindlichkeit für äussere Eindrücke verliert.

Häufig entsteht auch das Gefühl der Formicatio scheinbar in äusseren Theilen, wenn doch die Nervenursprünge vom Rükkenmark oder Gehirn, oder diese Theile selbst afficirt sind. Bei dem Gefühl von Formicatio in einem Gliede kann man noch gar nicht wissen, ob die Ursache in der Haut, im Nervenstamme oder am Ursprunge der Fasern im Rückenmark ist. Oft ist die Ursache im Rückenmark. Das Rückenmark hat fast in allen seinen Krankheiten Formicatio, scheinbar in der Haut, zum Symptom, bei der Rückenmarkslähmung ist die Formicatio oft in allen Theilen, welche unterhalb der Verletzung Nerven erhalten; bei der Tabes dorsalis ist die Formicatio nicht etwa in der Mittellinie, sondern am ganzen Körper in der Haut, oder in dem untern Theile des Körpers *).

Man sieht aus dem eben Vorgetragenen, dass die Aura epileptica (auch eine Art Formicatio) vor dem Anfalle in den äusseren Theilen, nur in den äusseren Theilen vorzukommen scheint, während ihre Ursache und ihr Sitz doch im Rückenmark oder Gehirn ist. Sie ist der erste Anklang der weiteren Rückenmarksaffectionen und Gehirnaffectionen, die im Verfolg des Anfalls auftreten. Wenn der epileptische Anfall zuweilen durch Zusammenschnüren des Gliedes über der Aura epileptica aufgehoben wird, so geschieht diess wohl nicht, weil etwas Krankhaftes fortzuschreiten gehindert würde, sondern weil durch das Zusammenbinden ein heftiger Eindruck auf das Sensorium erfolgt. Doch muss bemerkt werden, dass bei derjenigen Form der Epilepsie, welche durch Geschwülste von Nerven entsteht, durch die Ligatur eines Gliedes wirklich die Fortleitung der Reizung zum Rückenmark aufgehoben wird.

Legt man sich um den Oberarm über dem Ellbogengelenke ein Tourniquet an, so kann man alle Theile der Hand zum Gefühl des Einschlafens, zuletzt zu Empfindungslosigkeit bringen. Zuerst entsteht Prickeln und Nadelstechen, dann allmählig Taubseyn und das Gefühl von Kälte, zuletzt anfangende Empfindungslosigkeit für äussere Reize. Wenn man nun die Nervenstämme in der Achselhöhle und am Oberarm durch einen zerrenden Griff reizt,

*) Ich weiss von keiner Beobachtung, dass Formicatio in Schleimhäuten aufträte.

so hat man eben so deutliche Empfindungen eines elektrischen Schlages in der Hand, als wenn die Nerven des Vorderarms und der Hand nicht eingeschlafen sind.

*VIII. Wenn das Glied, in welchem sich ein Nervenstamm verbreitet, durch Amputation entfernt ist, so kann der Stamm der Nerven, weil er das Ensemble der verkürzten Primitivfasern noch enthält, Empfindungen haben, als wäre das amputirte Glied noch vorhanden. Diess dauert durchs ganze Leben.* Die Erfahrung, dass die Amputirten noch Empfindungen haben, als wäre das amputirte Glied noch vorhanden, ist allen Chirurgen bekannt; es ist niemals anders. Gewöhnlich sagt man, diese Sinnestäuschungen dauern einige Zeit fort, so lange als Amputirte im Gesicht des Chirurgen bis zur Heilung bleiben. Die Wahrheit ist aber, dass diese Sinnestäuschung in den meisten Fällen immer bleibt, dass sie sich durchs ganze Leben mit gleicher Lebhaftigkeit erhält, wie man sich überzeugen kann, wenn man irgend Amputirte lange Zeit nach der Amputation befragt. Zur Zeit der Entzündung des Amputationsstumpfes und der Nervenstämme, sind die Empfindungen am lebhaftesten, und die Kranken klagen dann über sehr heftige Schmerzen in dem ganzen Gliede, welches sie verloren haben. Nach der Heilung bleiben die Empfindungen zurück, die man überhaupt von einem gesunden Gliede hat, und häufig bleibt durchs ganze Leben hindurch ein Gefühl von Formicatio, öfter von Schmerzen scheinbar in den äusseren Theilen, welche nicht mehr da sind. Diese Empfindungen sind nicht unbestimmt, sondern der Kranke fühlt deutlich die Schmerzen, die Formicatio in den einzelnen Zehen, in der Fusssohle, am Fussrücken, in der Haut, etc. Lächerlich sind die idealistischen Erklärungen dieses wichtigen Phänomens aus der Imagination, etc. Die Physiologen haben es lange Zeit als eine Curiosität behandelt. Allein die Untersuchungen derjenigen Amputirten, die mir zugeschickt wurden und die ich auffinden konnte, haben mir erwiesen, dass das Gefühl sich in diesen Fällen nie ganz verlor. Die Amputirten werden zuletzt so sehr daran gewöhnt, dass sie gar nicht mehr darauf achten; allein sobald sie wieder darauf aufmerksam sind, ist das Gefühl sogleich vorhanden, und sie fühlen oft Zehen, Finger, Fusssohle, Hand ganz deutlich. Noch viel stärker wird das Gefühl, wenn man ein Band oder Tourniquet um den Amputationsstumpf legt, oder wenn man ihn so drückt, wie sonst geschieht, wenn das Einschlafen eines Gliedes erfolgt. Dann tritt sogleich Formicatio ein, das Gefühl von Ameisenlaufen erscheint in der Hand, im Fuss, in der ganzen Extremität, durchaus mit derselben Deutlichkeit, als wenn sie noch vorhanden wären. Die Amputirten haben daher nach der Operation auch dann am lebhaftesten wieder das Gefühl ihres verlornen Gliedes, wenn der Chirurg wegen anderweitiger Ursachen wieder das Tourniquet anlegt.

Haben die Kranken auch vor der Amputation an einem örtlichen schmerzhaften Schaden gelitten, so wird doch nach der Amputation das ganze Bein schmerzhaft gefühlt, und das

ganze Bein schmerzt scheinbar, wenn der Nerve durchschnitten ist und der Amputationsstumpf sich entzündet.

Ich rede nicht von den Träumen der Amputirten, von den lebhaften Empfindungen des ganzen scheinbaren Beins, wenn der Stumpf desselben durch die Lage gedrückt wird, da die Empfindung gewöhnlich bei den Amputirten durchs ganze Leben bleibt.

Beispiele.

1) N. N. eine Frau, welche eine Lähmung der Empfindung am Arme hatte, bekam einen Bruch des kranken Arms, der darauf in Brand überging und amputirt werden musste im Clin. chirurg. zu Bonn. Die Amputation war ohne Empfindung. Allein die Durchschneidung des Nerven musste die Ursache gewesen seyn, dass das Gefühl in dem Nervenstamme wieder erregt wurde. Schon in der Nacht klagte die Frau über Schmerzen in den Fingern.

2) Joh. Wolff, ein Schneidergeselle in Bonn, ist vor 12 Jahrem am ersten Drittheil des Oberschenkels wegen Caries im Clin. chirurg. amputirt worden. Er hatte sogleich noch das Gefühl, als wäre das Bein vorhanden, und klagte die folgenden Tage sehr über Schmerzen im Beine bis in die Zehen. In denselben Tagen wurde ein Anderer am Arm amputirt, der auch darauf über Schmerzen in der Hand und am ganzen Arme klagte. Diesen Joh. Wolff habe ich nach 12 Jahren untersucht. Er hat immer noch das Gefühl, als wären die Zehen und die Fussohle vorhanden, und zuweilen heftige Schmerzen in der Fusssohle, die er nicht mehr hat. Zuweilen schläft der Stumpf beim Liegen ein, und es tritt dann Formicatio in den Zehen ein, die auch sonst öfter vorhanden ist. Ich legte an den Amputationsstumpf des Oberschenkels ein Tourniquet an, so dass der Stumpf des N. ischiadicus gedrückt wurde; sogleich sagte Wolff, dass ihm das Bein wie einschlafe, und er konnte ganz deutlich die Formicatio in den Zehen unterscheiden.

3) N. N., Stud. chirurg., ein Jude, wurde wegen eines Gelenkübels am Ellbogen im Oberarme amputirt. Er hatte, so lange er beobachtet wurde, nicht die Empfindung des verlornen Armes verloren.

4) Herr Stud. Schmidts aus Aachen ist seit 13 Jahren am Oberarm amputirt; die Empfindungen in den Fingern haben nie aufgehört. Herr Schmidts glaubt die Hand immer in einer gekrümmten Stellung zu fühlen. Das scheinbare Prickeln der Finger ist vorhanden, vorzüglich wenn der Stumpf aufliegt und die Stämme der Armnerven gedrückt werden. Ich legte einen Druck gegen die Nervenstämme des Amputationsstumpfes an, sogleich trat die Empfindung von Einschlafen scheinbar im ganzen Arme bis in die Finger ein.

5) N. N., mein Commissionär zur Zeit meines Aufenhalts in Leyden, ist vor 12 Jahren am Oberarm amputirt worden. Er hat zuweilen Gefühle von Formicatio, wie in den Fingern, besonders wenn der Arm aufliegt.

6) Vir quidam in nosocomio judaico berolinensi, cui pes si-

nister, et alter, cui brachium sinistrum amputatum erat, dicebant ambo, alter post hebd. 14., alter 17.: se per operationum nihil commodi nactos esse; alter querebatur de dolore vehementi pedis et alter brachii, cum tamen non tam male eos habuisset quam in primis hebdomadibus post factam operationem et uterque non per hebdomades, sed per menses hosce, sensus hujus fallacis diminutionem habere fatebatur. Lemos *dissert. inaug. quae dolorem membri amputati remanentem explicat. Hal.* 1798. *p.* 33.

7) Nunc temporis etiam ibi versatur juvenis, cui ante novem menses brachium sinistrum demtum est. In hoc eadem sensatio sub quinto et sexto mense post operationem decessit, sed mense octavo aliquot dies, ubi vehementior esse coepit, habuit, ut interdiu tantum ope oculi et nocte ope manus alterius jacturae hujus se convincere posset. Ibid. p. 33. Der Verfasser dieser Dissertation erklärt das Factum ungenügend aus der Association der beiden Extremitäten, welche selbst erklärt werden sollte.

8) Ein Chausseegeldeinnehmer in der Nähe von Halle, dem in den Freiheitskriegen der rechte Oberarm durch eine Kanonenkugel zerschmettert und dann amputirt wurde, hat noch jetzt (1833) bei Aenderungen in der Atmosphäre deutliche rheumatische Schmerzen im ganzen Arme, und fühlt dann das an 20 Jahre lang entfernte Stück desselben empfindlich gegen Luftzug. Dass nie die subjective physiologische Empfindung des abgesetzten Gliedtheils verloren wird, bestätigte auch er vollkommen.

9) Ein Mann, dem die Hand amputirt worden, hatte 7 Jahre nachher, bis zu seinem Tode noch Schmerzen in der Hand. Klein in Graefe u. Walther *J. f. Chirurgie.* 3. 408.

Man vergl. über die Empfindungen der Amputirten Valentin in Hecker's *Annalen.* 1836. *B.* 3. *p.* 291. *Repert. f. Anat. u. Phys.* 1836. *p.* 328.

*IX. Gleichwie sich die relative Lage der Primitivfasern an ihren Ursprüngen und in den Stämmen nicht ändert, wenn die relative Lage derselben an ihren peripherischen Enden sich verändert, so richten sich auch die Ortsempfindungen der Primitivfasern nach der Ordnung ihres Stammtheils oder Ursprungs und nicht nach der veränderten relativen Lage ihres peripherischen Endes.* Der Beweis davon liegt in den Erscheinungen, welche bei künstlicher Lageveränderung der peripherischen Enden eintreten, wie z. B. bei der Transplantation von Hautlappen. Wird bei dem künstlichen Nasenersatz ein Hautlappen der Stirn an der Nasenwurzel umgekehrt und mit dem Nasenstumpf zusammengeheilt, so hat die angeheilte Nase, so lange die Brücke an der Nasenwurzel noch nicht durchschnitten ist, dieselben Empfindungen, wie wenn die Stirnhaut sonst gereizt worden wäre, d. h. man empfindet die Berührung der neuen Nase an der Stirn. Diess ist eine bekannte chirurgische Erfahrung, welche zuerst Lisfranc machte. Diess dauert aber natürlich nur so lange, als die Communication der Nervenfasern an der Nasenwurzel zwischen der Stirn und der neuen Nase noch besteht. Nach dem Durchschneiden jener Stelle hört diese Versetzung der Empfindung auf; die neue Nase ist anfangs

empfindungslos; später bildet sich die Empfindung wieder in derselben aus.

Eine zweite ganz ähnliche und auf dieselbe Art zu erklärende Erscheinung ist, dass, wenn man den Zeigefinger und Mittelfinger einer Hand kreuzweise übereinander legt, und zwischen den zugewandten Seiten der gekreuzten Finger, die sonst die entgegengesetzten Seiten derselben waren, eine kleine Kugel, z. B. eine Erbse, hin und her rollt, man zwei Kugeln zu fühlen scheint. Bei dem Berühren einer kleinen Kugel mit zwei natürlich nebeneinanderliegenden Fingern fühlt man eigentlich keine Kugel, sondern zwei Convexitäten, welche die Vorstellung oder der Schluss zur Kugel ergänzt, indem die Phantasie sich vorstellt, dass zwei nebeneinander liegende, mit ihren Convexitäten von einander abgewandte Kugelsegmente zu einer Kugel gehören. Kreuzt man nun die Finger, und macht die beiden äusseren entgegengesetzten Seiten der zwei Finger zu inneren, einander zugewandten Seiten, so behalten die Empfindungen der Fasern ihre relative Lage, wie die Fasern zuletzt zum Gehirn kommen, und als wenn keine Kreuzung stattgefunden hätte, d. h. die Empfindung eines nach aussen wirklich convexen Kugelsegmentes bei $x$, wird nach $y$ auf die entgegengesetzte Seite transponirt, eben so $x'$ nach $y'$. Der Inhalt der Empfindungen bei $x$ und $y$ bleibt ganz unverändert, eben so der Inhalt der Empfindungen bei $x'$ und $y'$, aber die Eindrücke sind nach der Transposition nicht mehr zwei von einander abgewandte, sondern zwei einander zugewandte Convexitäten; diese muss die Vorstellung zu zwei Kugeln ergänzen, da zwei einander zugewandte Convexitäten nicht einer und derselben Kugel, wohl aber zwei Kugeln angehören können. Diese Erklärung des Phänomens habe ich schon 1826 in meiner Schrift: *Physiologie des Gesichtssinnes. Lpzg.* 1826. *p.* 84. gegeben, wo überhaupt schon die ersten Elemente des mechanischen Theiles der Nervenphysik angedeutet wurden. Den Versuch finde ich schon bei Aristoteles. Aristoteles *über den Traum.* 2. *cap.*



### II. Ueber die Irradiation der Empfindungen oder die Mitempfindungen.

Zuweilen erregt eine Empfindung eine andere, oder die Empfindungen breiten sich krankhafter Weise weiter als die afficirten Theile aus. Diese Erscheinungen, die ich *Mitempfindungen* nenne, sind im gesunden Leben nicht selten. Man kann die Erregung des Kitzels in der Nase durch Sehen in helles Licht, auch die ausgedehnten Empfindungen von einer beschränkten, durch Kitzeln erregten Stelle, und die ausgedehnten Empfindungen von Reizung der äusseren Geschlechtstheile beim Coitus, die Empfindungen, welche ein in unserer Nähe gefallener, erschreckender Schuss erregt, die rieselnden Empfindungen und Schauergefühle beim Hö-

ren gewisser Töne, z. B. des gekratzten Glases, dieselben Empfindungen beim Beissen auf sandige Substanzen hieher rechnen. Dagegen gehören noch viel mehr pathologische Phänomene hieher, wie z. B. die Ausbreitung des Zahnwehes über den Ort des Reizes auf das ganze Gesicht, die Ausbreitung der Schmerzen von einem afficirten Finger auf die Hand, den Arm, die anderen Finger, ohne dass man immer eine materielle Mittheilung der krankmachenden Ursache annehmen darf. Besonders ausgedehnt sind diese Irradiationen, wenn eine Nervengeschwulst heftige Empfindungen verursacht, und nun auch die umherliegenden Theile, ja selbst entfernte Theile zu schmerzen anfangen, wie man einen hieher gehörenden Fall in *London med. Gazette* 1834, Froriep's *Not.* 888., erzählt findet, wo nach einer Amputation, durch eine am Knochen und der Narbe festgewachsene Geschwulst des N. ischiadicus die Haut des ganzen Amputationsstumpfes, zuweilen auch entfernte Theile, wie die Bauchdecken, sehr schmerzhaft wurden, ohne alle entzündliche Symptome, Empfindungen, welche nach der zweiten Amputation ganz aufhörten. Man braucht sich nur an einer Stelle der Haut heftig und etwas anhaltend zu verbrennen, um sich zu überzeugen, dass hier Mitempfindungen in benachbarten Nervenfasern entstehen, auf welche sich die Krankheitsursache selbst nicht ausdehnt. Für das gesunde Leben würden dergleichen Mitempfindungen sehr hinderlich seyn, daher sie die Natur durch Isolirung der einzelnen Fasern der Nerven verhütet hat; denn wenn die Fasern von zehn verschiedenen Stellen der Haut in eine irgendwo zusammenflössen, ehe sie zum Gehirn kommen, so könnte das Gehirn auch nur eine einzige Empfindung von zehn verschiedenen Stellen der Haut und an einem Orte haben; und wenn die Primitivfasern der Nerven von einer Stelle mit den Primitivfasern von neun anderen Stellen zusammenflössen, die getrennt zum Gehirn gelangen, so würden im Zustande der Gesundheit von der Erregung einer einzigen Stelle der Haut, zugleich noch neun andere Empfindungen von anderen Theilen mit zum Gehirn kommen müssen. Diess geschieht nun im Zustande der Gesundheit in der Regel nicht, und es kann auch nicht geschehen, weil die Primitivfasern der Nerven auf ihrem Wege zum Gehirn isolirt bleiben. Wie ist nun aber jene ausnahmsweise stattfindende Mitempfindung zu erklären? Da sich an jeder Stelle der Haut bloss durch die Heftigkeit einer Empfindung Mitempfindungen erregen lassen, so kann man jene Erscheinung nicht durch eine, in einigen Nerven ausnahmsweise stattfindende Verbindung der Primitivfasern erklären. Die Erklärung muss vielmehr auf alle Empfindungsnerven passen. Eben so wenig lässt sich die Irradiation der Empfindung bloss durch netzförmige Verbindung der Primitivfasern an ihren peripherischen Enden in der Haut erklären. Denn die Irradiation kömmt auch in der retina vor, wo jedenfalls eine solche Verbindung der Fasern nicht existirt. Man kann zwei Erklärungen der Erscheinung aufstellen.

1) Man erklärt solche Mittheilung der Empfindung aus vor-

ausgesetzten Eigenschaften der Ganglien der Empfindungsnerven. Bekanntlich haben alle eigentlichen Gefühlsnerven ein Ganglion an ihrer Wurzel. Reil (*Archiv für Physiol. Bd.* 7.) verglich die Ganglien des Nervus sympathicus mit Halbleitern, welche die zu schwachen Eindrücke im Nervus sympathicus nicht zum Gehirn leiteten, während sie, wie ein Halbleiter der Elektricität grössere Mengen angehäufter Elektricität durchlässt, auch sehr heftige Reizungen leiten sollten, und welche auch den Einfluss des Gehirns und Rückenmarks auf den N. sympathicus nur beschränkt zulassen sollten. Diese Hypothese könnte man nun auch auf die Ganglien der Empfindungsnerven anwenden; man könnte sagen, diese graue Masse, durch welche die Primitivfasern ohne Neurilem durchgehen, ist als Halbleiter nicht im Stande, eine schwache Reizung der einzelnen Primitivfasern in sich selbst fortzupflanzen und den anderen, durch das Ganglion durchgehenden Fasern mitzutheilen, daher geschieht bei schwachen Empfindungen die Leitung von einer Empfindungsfaser nicht durch die graue Masse nach den Seiten, sondern nur durch die Primitivfaser, welche das Ganglion durchzieht, durch. Werden aber Empfindungen sehr heftig, so wird der Halbleiter des Nervenfluidums zum Leiter, und lässt einen Theil jenes Princips auf die anderen, das Ganglion durchziehenden Primitivfasern überspringen, wodurch eine Irradiation der Empfindung, eine Mitempfindung entsteht.

2) Die zweite Erklärung der Mitempfindungen nimmt auf diese bloss vorausgesetzte und unerwiesene Eigenschaft der Ganglien der Empfindungsnerven keine Rücksicht; sie leitet die Mitempfindung von Irradiation der Reizung im Rückenmark oder Gehirn selbst ab, auf ähnliche Art, wie bei den reflectirten Bewegungen von dem Empfindungseindruck im Rückenmark sich eine Irradiation bis zu den motorischen Nerven bildet (Cap. III.). Hier wäre nur der Unterschied, dass die Irradiation des ursprünglichen Empfindungseindruckes im Rückenmark nicht zu motorischen Nerven, sondern zu den in der Nähe entspringenden anderen Empfindungsfasern, oder wenigstens ausser den motorischen Nerven auch zu Empfindungsnerven gelangte. Für die Richtigkeit dieser letztern Erklärung spricht die Analogie der Irradiation der Empfindungseindrücke im Rückenmark bis zu motorischen Nerven, und zugleich der Umstand, dass auch Empfindungsnerven ohne Ganglien, wie die Markhaut des N. opticus bei der Lichtempfindung, der Irradiation fähig sind, also die erste Erklärung nicht ausreicht.

Wie soll man sich nun die secundäre Erregung der anderen Empfindungsfasern oder Empfindungsnerven vom Gehirn und Rückenmark aus denken? Durch Reflexion vom Gehirn und Rückenmark aus? Geht in diesen Nerven ein Strom vom Gehirnende oder Rückenmarksende des Nerven bis zum peripherischen Ende des Nerven und wieder rückwärts, oder wird durch Reflexion, wenn kein Strömen, sondern Oscillation des Nervenprincips stattfindet, vom Gehirn aus ein zweiter Nerve in Oscillation gesetzt? Höchstwahrscheinlich findet jedenfalls eine Reflexion vom Rückenmark oder Gehirn auf einen Empfindungsnerven statt. Doch muss man bemerken, dass zu

dieser Erklärung die Voraussetzung gehört, dass in den Empfindungsfasern die Strömungen oder Schwingungen eben so gut rückwärts als vorwärts stattfinden können. Ob diess möglich ist, oder ob in den Empfindungsnerven bloss centripetale Bewegungen stattfinden können, ist noch unbekannt. Daher es interessant ist, auch eine Erklärung für den Fall zu kennen, wenn keine centrifugale Bewegung in den Empfindungsnerven, sondern nur in den motorischen möglich seyn sollte. Da es für eine Empfindung gleich scheint, ob das Ende oder die Mitte, oder der Ursprung einer Faser im Gehirn und Rückenmark afficirt wird, vielmehr in allen diesen Fällen die Empfindung nur eine und dieselbe ist, und in den äusseren Theilen, zu welchen der Nerve hingeht, angenommen wird, so kann durch blosse Irradiation eines Eindrucks von einem Empfindungsnerven in der Substanz des Rückenmarks und Gehirns selbst bis auf die Ursprungsstellen anderer Fasern, Ausbreitung der Empfindung entstehen. Wir wissen ja, dass bei Affectionen des Rückenmarks die Empfindungen auch in den äusseren Theilen zu seyn scheinen, wie z. B. die Entzündung des Rückenmarks mit den heftigsten Schmerzen in den Gliedern verbunden ist, während doch die Nerven dieser Theile vom Rückenmark aus nach aussen hin keine Empfindungen erregen können. Auch die Empfindung der Formicatio in der äussern Haut ist oft nur eine im Rückenmark selbst ihre Ursache habende Empfindung; ja diese Empfindung, wenn sie nicht durch Druck auf die Nerven selbst verursacht wird, ist sogar ein fast constantes Symptom aller Rückenmarksaffectionen, mögen sie vorübergehend seyn, wie in der Epilepsie, oder dauernd wie bei Neuralgia dorsalis und Tabes dorsalis. Dieser Empfindungen im Rückenmark wird man sich auch nicht dort bewusst, wo man sich die Lage desselben vorstellt. Das Ameisenlaufen findet bei Rückenmarkskrankheiten nicht im Laufe des Rückgrats statt, sondern eben in allen Theilen, zu welchen der verletzte Theil des Rückenmarks Nerven schickt. Eben so mag es auch wohl mit der Irradiation der Empfindungen seyn.

### III. Ueber die Vermischung oder Coincidenz mehrerer Empfindungen.

Die Schärfe und Deutlichkeit der Empfindungen scheint von der Zahl der Primitivfasern abzuhängen, welche sich in einem Theile verbreiten; je sparsamer diese Fasern aber einem Organe zugetheilt sind, um so eher wirken die Eindrücke auf mehrere naheliegende Theile nur auf eine einzige Primitivfaser, und um so leichter müssen diese Eindrücke auf verschiedene Theile der Haut mit einander verwechselt werden. E. H. Weber hat sehr interessante Beobachtungen über den Grad der Schärfe der Empfindungen, in Hinsicht der Unterscheidung der Distancen an den verschiedensten Theilen des Körpers angestellt. *Annotat. anat. et physiol. p.* 44—81. Diese Versuche wurden so angestellt, dass die Haut bei verschlossenen Augen mit den Schenkeln eines Stangencirkels, dessen Enden mit Korkstöpseln versehen waren, berührt wurde. Weber suchte dann, bei welcher Entfernung

der beiden Schenkel diese Entfernung bemerkt werden konnte. Bei diesen zahlreichen Versuchen haben sich folgende Resultate ergeben: Vor allen Theilen zeichnen sich die Enden des dritten Fingergliedes und die Zungenspitze durch die Deutlichkeit der Empfindungen aus; hier wurde nämlich schon eine Entfernung der beiden Schenkel von ½ Linie bemerkt. Auf dem Rücken der Zunge war schon eine Entfernung von 2 Linien nöthig, wenn zwei und nicht eine Empfindung entstehen sollten. Mit den Fingerenden und der Zungenspitze bemerkte Weber leichter die Distanz in longitudinaler Richtung; auf dem Rücken der Zunge, im Gesicht, am behaarten Theile des Kopfes, am Halse, am ganzen Arme und Fuss dagegen leichter bei transverseller Stellung der beiden Schenkel. Die folgende Tafel giebt die Feinheit des Gefühls in den verschiedenen Theilen nach den Distanzen der Schenkel an, welche nöthig waren, dass zwei und nicht eine Empfindung entstanden.

| | |
|---|---|
| Zungenspitze | ½‴ |
| Volarfläche des 3. Fingergliedes | 1 |
| rothe Oberfläche der Lippen | 2 |
| Volarfläche des 2. Fingergliedes | 2 |
| Dorsalfläche des 3. Fingergliedes | 3 |
| Nasenspitze | 3 |
| Volarfläche über den Capitula oss. metacarpi | 3 |
| Zungenrücken 1″ von der Spitze | 4 |
| nicht rother Theil der Lippen | 4 |
| Rand der Zunge 1″ von der Spitze | 4 |
| Mittelhand des Daumens | 4 |
| Spitze des grossen Zehen | 5 |
| Dorsalfläche des 2. Fingergliedes | 5 |
| Volarfläche der Hand | 5 |
| Wangenhaut | 5 |
| äussere Oberfläche der Augenlieder | 5 |
| Schleimhaut des harten Gaumens | 6 |
| Haut über dem vordern Theile des Jochbeins | 7 |
| Plantarfläche des Mittelfusses des grossen Zehen | 7 |
| Dorsalfläche des 1. Fingergliedes | 7 |
| Dorsalfläche über den Capitula oss. metacarpi | 8 |
| Schleimhaut am Zahnfleisch | 9 |
| Haut hinten über dem Jochbein | 10 |
| unterer Theil der Stirn | 10 |
| unterer Theil des Hinterhauptes | 12 |
| Handrücken | 14 |
| Hals unter dem Unterkiefer | 15 |
| Scheitel | 15 |
| an der Kniescheibe | 16 |
| Haut über dem Heiligenbein | 18 |
| am Acromion | 18 |
| am Gesäss | 18 |
| am Vorderarm | 18 |
| am Unterschenkel beim Knie und Fuss | 18 |
| am Fussrücken bei den Zehen | 18 |

| | |
|---|---|
| auf dem Brustbein . . . . . . . . . . . . . . . . . | 20‴ |
| am Rückgrat an den 5 obersten Rückenwirbeln . . . . | 24 |
| am Rückgrat beim Hinterhaupt . . . . . . . . . . . | 24 |
| am Rückgrat in der Lendengegend . . . . . . . . . | 24 |
| am Rückgrat in der Mitte des Halses . . . . . . . . | 30 |
| am Rückgrat in der Mitte des Rückens . . . . . . . | 30 |
| in der Mitte des Arms . . . . . . . . . . . . . | 30 |
| in der Mitte des Schenkels . . . . . . . . . . . . | 30 |

An den Theilen von schärferer Empfindung wurde die Distanz der Schenkel des Cirkels scheinbar grösser empfunden als an den Theilen mit unbestimmterem Gefühl. Wurde eine horizontale Linie um den Thorax gezogen, und die Schenkel des Cirkels in dieser Linie aufgesetzt, so wurde die Distanz an zwei Stellen vorn und hinten, in der Mitte deutlicher empfunden. Wurde der Cirkel in der Gegend jener Linie parallel mit der Längenachse des Körpers aufgesetzt, so zeigten sich vier Stellen von deutlicherer Empfindung, zwei in der vordern und hintern Mittellinie, zwei an den Seiten. Wurden in einer Längenlinie vom Kinn bis zur Schaam die transversell oder longitudinell gestellten Schenkel des Cirkels aufgesetzt, so war die Deutlichkeit der Empfindung am Kinn am stärksten, am Halse schwächer, am Brustbein wieder stärker, am obern Theil des Bauches wieder schwächer, am Nabel wieder stärker, in der Gegend der Symphyse der Schaambeine wieder schwächer. In der hintern Mittellinie war die deutlichste Empfindung unter dem Hinterhaupt und am Steiss. In der Seitenlängslinie des Rumpfes war die Empfindung deutlicher unter der Achsel und in den Weichen.

Die Deutlichkeit der Empfindung hängt nicht gerade von der Gegenwart und Zahl der Papillen ab. Denn die Brustwarzen hatten eine undeutliche Empfindung, und die Empfindung auf der Zunge war nur an der Spitze am deutlichsten; deshalb nimmt Weber an, dass der Unterschied von der Zahl, dem Laufe und der Endigung der Nervenfäden abhänge. Ich theile ganz diese Ansicht und bemerke bloss, dass vielleicht auch die leichtere oder schwierigere Irradiation an verschiedenen Stellen des Gehirns und Rückenmarks einigen Antheil an diesem Phänomen haben kann.

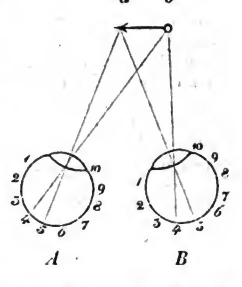
Die feinste Empfindung der Distanzen findet auf der Markhaut des Auges statt. Für die Mechanik der Empfindungen ist es interessant, dass die Grösse der Kügelchen in der Markhaut mit der Grösse eines kleinsten empfindlichen Punktes auf derselben übereinstimmt. E. H. Weber *Anatomie. I. p.* 165. Weber fand die Kügelchen der Netzhaut = $\frac{1}{8000}$ bis $\frac{1}{8400}$ p. Zoll im Durchmesser; der kleinste Gesichtswinkel, unter welchem zwei Punkte unterschieden werden können, ist 40″. Daraus berechnet Smith, dass ein kleinster empfindlicher Punkt der Markhaut des Auges $\frac{1}{8000}$ Zoll beträgt. Weber bemerkt hierbei, dass, wenn zweierlei Eindrücke auf einem solchen Punkte stattfinden, sie als ein einziger empfunden werden müssen. Baumgaertner erklärt das Undeutlichwerden von Gegenständen, deren Ausdehnung unter 13 Secunden erscheint, aus der physiologischen Irradiation.

*Zeitschrift für Physik und verwandte Wissenschaften. II. Bd. 3. Hft. p.* 236.

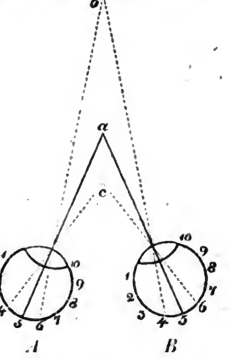
Eine sehr merkwürdige Vermischung oder Identification der Empfindungen findet in einem einzigen Falle bei den Empfindungen der gleichnamigen Nerven der rechten und linken Seite, nämlich der beiden N. optici statt. Diess ist eine, im ganzen Organismus sonst nicht vorkommende Erscheinung, welche auch nur in besonderen Verhältnissen der Structur ihre Ursache haben kann. Die Empfindungen der gleichnamigen Gefühlsnerven der rechten und linken Seite werden im Bewusstseyn sonst nie an einem Ort empfunden. Was die rechte Hand empfindet, wird nicht an demselben Orte empfunden, wie die Empfindungen der linken Hand, sondern es werden die Eindrücke beiderlei Nerven im Bewusstseyn nebeneinander, nicht ineinander gesetzt. Bei den Augen oder den Sehnerven tritt aber die Anomalie ein, dass gewisse Fasern des einen Sehnerven, mit gewissen Fasern des andern Sehnerven nur eine einzige gemeinsame Empfindung haben, wodurch das einfache Sehen mit zwei Augen bedingt wird. Es haben zwar Einige behauptet, dass wir wechselsweise immer nur mit einem Auge sähen. Wer aber an der gleichzeitigen Thätigkeit beider Augen zweifeln kann, hat nie die so häufig in demselben Gesichtsfelde vorkommenden Doppelbilder der Gegenstände beobachtet, wovon das eine dem einen, das andere dem andern Auge angehört. Um sich davon zu überzeugen, betrachte man zwei in einer geraden Linie in einiger Entfernung hintereinander stehende Körper, z. B. Stecknadeln oder die hintereinander gehaltenen Finger. Fixirt man nun den nähern Finger, indem beide Augenachsen darin zusammenkommen, so sieht man den fernern Finger doppelt, fixirt man den fernern Finger, so sieht man den nähern doppelt; durch Schliessen des einen Auges kann man sich bald überzeugen, dass eines der Doppelbilder dem einen, das andere dem andern Auge angehört.

Dass es in beiden Augen gewisse Theile der Markhäute oder des Sehnerven giebt, welche identische Empfindungen haben, und andere, welche nicht identische Empfindungen haben, kann man auch durch einen sogenannten subjectiven Versuch beweisen; nämlich durch Druck auf gewisse seitliche Stellen des geschlossenen Auges im Dunkeln, und die durch Druck der Markhaut entstehenden Lichtbilder. Diese Druckbilder erscheinen immer umgekehrt. Drückt man das Auge unten, so erscheint das Druckbild oben im Sehfelde des Auges, drückt man oben, so erscheint es unten; drückt man an der rechten Seite, so erscheint es links, und umgekehrt. Wenn man nun die linke Seite beider Augen drückt, so entsteht statt zwei Druckbilder nur eins, dagegen man beim Druck des einen Auges auf der linken, des andern auf der rechten Seite zwei einander entgegengesetzte Figuren sieht. Drückt man beide Augen oben, so erscheint nur ein Druckbild unten, drückt man beide unten, so erscheint nur ein Druckbild oben. Drückt man aber das eine Auge oben, das andere unten, so erscheinen zwei Bilder, das eine oben, das andere unten. Bei diesen Versuchen muss man nicht an dem vor-

dern Umfange des Auges drücken, weil dort keine Markhaut sich befindet, sondern man muss das Auge in der Tiefe drücken. Diese Versuche beweisen schon die Identität der Empfindungen in gewissen Stellen der Netzhäute beider Augen, die Differenz der Empfindungen an anderen Stellen; beide Markhäute müssen in der Empfindung gleichsam als ineinander liegend gedacht werden, so dass alle Punkte der Markhäute der beiden Augen, welche (das Auge als Kugel gedacht) in gleichen Länge- und Breitegraden liegen, für die Empfindung identisch sind, alle anderen Punkte der beiden Markhäute sich gegeneinander als different verhalten, gerade so wie verschiedene Punkte der Markhaut eines einzigen Auges. Noch viel bestimmter lässt sich diess durch sogenannte objective Versuche zeigen.




In beistehender Figur sollen die Augen mit ihren Achsen den Punkt *a* fixiren; die Netzhäute seyen in 10 Maasstheile getheilt, dann wird der Punkt *a* in dem Auge *A* bei 5, und eben so in dem Auge *B* erscheinen; der Punkt *b* erscheint in beiden Augen gleichweit von 5 nach links entfernt bei 4. Also nimmt das Bild in beiden Augen die Maasstheile 4—5 ein; es wird einfach gesehen; diese Stellen sind identisch; denn 1 ist mit 1, 2 mit 2, 3 mit 3, 4 mit 4, 5 mit 5 identisch. Fällt aber das Bild nicht auf solche identische Stellen, so erscheint es doppelt, z. B.




In der zweiten Figur sollen die beiden Augen so gestellt seyn, dass sie den Punkt *a* fixiren; ist diess ein Object, so wird es einfach gesehen. Alles, was vor oder hinter *a* liegt, erscheint dagegen in Doppelbildern. Z. B. *b* hinter dem Fixationspunkt *a*, wirft das Bild in dem Auge *A* auf 6, in dem Auge *B* auf 4, erscheint doppelt; von zwei hinter einander gehaltenen Fingern erscheint der hintere doppelt, wenn der vordere fixirt wird. Die Entfernung der Doppelbilder beträgt die Distanz von 6—4 im Verhältniss zum ganzen Sehfeld 1—10, und der Ort ist 6 und 4. Der Punkt *c* in beistehender Figur, welcher vor dem Fixationspunkt *a* liegt, wirft dagegen sein Bild in *A* auf 4, in *B* auf 6; er wird doppelt gesehen, denn 4 ist nicht mit 6, sondern 4 mit 4, und 6 mit 6 identisch. So erscheint von zwei hinter einander gehaltenen Fingern der vordere doppelt, sobald der hintere fixirt wird. Man sieht also deutlich, dass beide Sphären der Augen, auf das feinste in Breiten- und Längengrade, Minuten, Secunden eingetheilt, in allen

gleichnamigen Punkten identisch, in allen verschiedenen different sind, und dass sich die Entfernung der Doppelbilder jedesmal nach der Entfernung der afficirten Theile beider Netzhäute, diese als auf einander liegend gedacht, bestimmen lässt.

Da die Sehnerven beider Seiten durch Einheit der Empfindung bei der Affection gewisser Theile von allen anderen Nerven abweichen, alle anderen Nerven aber durch den getrennten Verlauf der Primitivfasern übereinstimmen, so muss man auf den Gedanken kommen, dass in den Sehnerven auch die Organisation der Primitivfasern verschieden seyn müsse, und dass die Fasern beider Sehnerven, welche einfach sehen, auch nur in einem, statt in zweien Punkten mit dem Gehirn zusammenhängen. Diess lässt sich im Allgemeinen zwar von den einzelnen Fasern noch nicht, aber doch von den Faserbündeln erweisen. Denn bekanntlich geht jede Sehnervenwurzel vom Chiasma nervorum opticorum nicht zu einem, sondern zu beiden Augen, indem die äusseren Fasern einer Sehnervenwurzel am Chiasma zur äussern Seite des Sehnerven ihrer Seite fortgehen, während die inneren Fasern kreuzend zur innern Seite des Sehnervens der andern Seite, und so zum Auge fortgehen, so dass der äussere Theil der Netzhaut des einen Auges, und der innere Theil der Netzhaut des andern Auges von der einen der beiden Sehnervenwurzeln gebildet werden, oder mit andern Worten, dass die linken Theile der beiden Netzhäute von den zwei Branchen der linken Sehnervenwurzel, die rechten Theile der beiden Netzhäute von den zwei Branchen der rechten Sehnervenwurzel gebildet werden, was ganz mit den Facten über das einfache Sehen übereinstimmt. In Hinsicht des Baues des Chiasma nervorum opticorum siehe J. Mueller *vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes. p.* 96. 117—134. Diese Theorie des einfachen Sehens ist schon von Newton in den optischen Quästionen, neulich aber von Wollaston (*ann. de chim. et phys.* 1824. *Sept.*) vorgetragen worden. Allein die blosse Theilung einer Sehnervenwurzel in zwei Branchen für die identischen Theile beider Markhäute erklärt die Erscheinung nicht vollständig; denn der linke Theil der Netzhaut *A* von 1—5 ist nicht durchweg identisch mit dem linken Theil der Netzhaut *B* von 1—5, sondern gewisse Punckte des linken Theils beider Netzhäute sind nur identisch, nämlich die gleiche Längen- und Breitengrade in beiden Sphären einnehmen; 1 ist mit 1, 2 mit 2, 3 mit 3, 4 mit 4 u. s. w. identisch; 1 des einen Auges aber nicht identisch mit 5 des andern Auges. Daher fordert die Theorie zur Erklärung des einfachen Sehens, dass nicht bloss eine Sehnervenwurzel sich in zwei Branchen theilt, sondern dass sich jede Primitivfaser einer Sehnervenwurzel im Chiasma in zwei Branchen für die beiden Sehnerven theilt, so dass die identischen Fasern beider Sehnerven nur in einem Punkt, nämlich durch eine Wurzelfaser, mit dem Gehirn zusammenhängen, und daher nur einen Eindruck trotz zwei Recipienten bilden. Siehe die Figur. Aber eine solche Theilung der Fasern findet im Chiasma nicht statt, und auch noch mehrere Data stimmen mit dieser Supposition nicht

überein. Erstens müsste die Sehnervenwurzel noch einmal so dünn als der Sehnerve seyn, und dann müsste jeder Punkt der Netzhaut das Ende einer Faser des Sehnerven seyn. Wenn diess wäre, so müssten im hintern Theil der Netzhaut noch alle Fasern zusammen liegen, die sich weiter vorn ausbreiten; und es müsste die Netzhaut von hinten nach vorn an Dicke abnehmen. Auch müsste bei einer Verletzung der einen Seite des Gehirns immer die Hälfte beider Augen gelähmt seyn, dagegen darauf entweder Blindheit des einen oder des andern folgt und bei Thieren sogar jedesmal Blindheit des entgegengesetzten Auges eintritt.

## *III. Capitel.* Von der Reflexion in den Bewegungen nach Empfindungen.

Die Bewegungen nach Empfindungen sind nicht bloss den älteren Physiologen, sondern den Aerzten überhaupt, zu allen Zeiten bekannt gewesen. Die meisten Physiologen leiteten sie nach Willis Vorgang von den Nervenverbindungen des Gangliennerven ab, welcher daher sogar den Namen Sympathicus behielt. Comparetti schrieb ein ganzes Werk zur Erklärung der krankhaften consensuellen Erscheinungen aus der Verbindung der Nerven. A. Comparetti *occursus medici. Venetiis* 1780. Diese Erklärungen nahmen die meisten Physiologen an und auch in der neuesten Zeit wandte man die in der Anatomie der Nerven erweiterten Beobachtungen auf diese Weise an. Siehe Tiedemann *Zeitschrift für Physiologie. I.* 1825. Einige Physiologen waren dieser Erklärung schon in der ältern Zeit abhold, wie Haller, Cullen, Whytt, Monro u. A. Cullen *institutions of medecine. p.* 1. Whytt *über die Sympathie und die Krankheiten der Nerven (in der deutschen Uebersetzung von* Whytt's *sämmtlichen zur praktischen Arzneikunst gehörigen Schriften p.* 241.) Whytt *an essay on the vital an other involuntary motions of animals. Edinb.* 1751. *p.* 248. Monro *Bemerkungen über die Structur und Verrichtungen des Nervensystems. Leipz.* 1787. Whytt und Cullen erklärten die Erscheinungen durch Mitwirkung des Sensoriums und als durch Empfindungen bedingt. Auf eine exactere Weise und empirisch sind die Bewegungen auf Empfindungen erst in der neuesten Zeit untersucht worden. Mehrere wichtige Beobachtungen, welche der Erklärung der Bewegungen nach Empfindungen durch den Sympathicus ungünstig sind, lieferte Mayo *anatomical and physiological commentaries. London* 1823. Man weiss, dass das Licht nur von der Retina aus die Iris bewegt. Diess hatte man zwar durch Verbindungen, welche zwischen dem N. opticus und sympathicus statt finden sollten, zu erklären gesucht. Mayo's Versuche über die Augennerven, nämlich über Bewegungen der Iris, die vom Nervus oculomotorius ausgeführt werden, aber vom N. opticus (durch Zerrung desselben) erregt werden, lassen aber keine andere Erklärung als durch Vermittelung des Gehirns zu. Nach Durchschneidung des N. opticus in der Schädelhöhle einer Taube, konnte

Mayo durch Zerrung des Hirnendes des N. opticus noch eine Verengung der Pupille hervorbringen. Allgemeiner wurde das Princip der Reflexion von den sensoriellen Nerven auf motorische durch Vermittelung der Centraltheile zur Erklärung aller Bewegungen, welche auf Empfindungen folgen, erst in der neuesten Zeit durch die Untersuchungen von Marshall Hall und mir, welche beide im Jahre 1833 veröffentlicht wurden, aufgefasst und durch neue Thatsachen als Erklärungsgrund für eine grosse Anzahl von bekannten, aber falsch erklärten Erscheinungen bewiesen *). Eine neuere Schrift von Marshall Hall enthält die Fortsetzung seiner Untersuchungen. *Memoirs on the nervous system. London* 1837. Die von uns Beiden beobachteten Thatsachen, auf welche wir fussen, haben sehr viel Uebereinstimmendes, aber in der Erklärung der Erscheinungen weichen wir sehr ab. Mein Antheil an dieser Angelegenheit liefert Beweise für die ältere Ansicht von der Vermittelung der Empfindungen und Bewegungen durch die Centralorgane und theilt diese Erklärung. Marshall Hall bringt hingegen in der letzten Schrift ein neues eigenthümliches Princip in die Erklärung, die dadurch ganz abweichend wird. Volkmann (Muell. *Arch.* 1838. 1.) theilt mehrere wichtige neue Beobachtungen zur Lehre von der Reflexion mit, welche die Ansichten von Marshall Hall und mir im Allgemeinen bestätigen. Das Folgende enthält meine Ansicht des Gegenstandes nach der vorigen Auflage, auf welche ein Auszug der Arbeiten von Marshall Hall und eine Vergleichung der abweichenden Ansichten folgt.

Wenn Empfindungen, welche durch äussere Reize auf Empfindungsnerven hervorgebracht werden, Bewegungen in anderen Theilen hervorbringen, so geschieht diess niemals durch eine Wechselwirkung der sensibeln und motorischen Fasern eines Nerven selbst, sondern, indem die sensorielle Erregung auf das Gehirn und Rükkenmark, und von diesen zurück auf motorische Fasern wirkt. Dieser für die Physiologie und Pathologie äusserst wichtige Satz bedarf eines strengen Beweises, der sehr gut empirisch geführt werden kann, und erklärt dann eine Menge physiologischer und pathologischer Erscheinuugeu.

Ich werde zuerst beweisen, dass die motorischen und sensibeln Fasern eines Nerven nach der Verbindung beider Wurzeln keine Verbindung mit einander eingehen, sondern getrennt bis

---

*) Die Abhandlung von Marshall Hall erschien im zweiten Theil der Philosoph. transact. von 1833. Ich hatte meine Ansicht gelegentlich in der ersten Auflage der ersten Abtheilung der Physiologie, welche im Frühlinge 1833 erschien, in der Lehre von den Athembewegungen p. 333. erläutert und 1834 in der zweiten Abtheilung der Physiologie ausführlich vorgetragen, nachdem die Abhandlung von Marshall Hall erschienen war. Marshall Hall hatte indess bereits im Jahre 1832 in der Zoological Society über den Gegenstand einen Vortrag gehalten und ist daher in der Priorität. Eine Mittheilung über meine Ansicht der Sache und die Abweichung der seinigen gab mein verehrter College im *Lond. u. Edinb. philos. Mag. Vol.* 10. *No.* 58.

zu ihren respectiven Theilen verlaufen, und dass daher auch in den Fällen, wo die Nervensympathie nicht im Spiele ist, die sensorielle und motorische Faser eines Nerven selbst durchaus keine Wechselwirkung haben.

Der Beweis dieses Satzes lässt sich leicht auf folgende Art führen: Reizt man einen gemischten Nerven, den man durchgeschnitten, an seinem centralen Stücke, wodurch heftige Schmerzen entstehen, so kann das Thier zwar diese Schmerzen durch Bewegungen zur Flucht, Schreien u. s. w. ausdrücken, allein die mit dem gereizten Nervenstumpf zusammenhängenden Muskelnerven werden nicht zu Actionen veranlasst. Es entstehen keine Zuckungen in den Muskeln, die von dem Nervenstumpfe Aeste erhalten.

Man kann diesen Satz auch folgendermaassen beweisen: Da die drei Nerven für die hintere Extremität beim Frosch einen Plexus bilden, der wieder zwei Nerven abgiebt (siehe oben p. 690.), so durchschneide man einen der letzten Nerven und isolire ihn von allen seinen Verbindungen mit Muskeln, und reize dann mechanisch das centrale Stück. Diese Zerrung bewirkt eine centripetale Erregung der sensoriellen Fasern dieses Nerven, allein die anderen Muskelnerven, die aus demselben Plexus hervorgehen, erregen bei der Quetschung des isolirten Nerven keine Zuckung ihrer Muskeln. Dass ferner die bei narkotisirten Fröschen und anderen Thieren auf jede Berührung eintretenden allgemeinen Zuckungen nur durch das Rückenmark und Gehirn selbst vermittelt werden, lässt sich definitiv beweisen. Denn schneidet man ein Glied des narkotisirten Frosches ab, so bewirkt die Berührung derselben keine Zuckungen dieses Gliedes mehr. Noch instructiver sind diese Versuche beim Erdsalamander.

Der gefleckte Erdsalamander behält nach Durchschneidung des Rückenmarks überaus lange die sogenannte Empfindungskraft in allen Theilen unter dem Schnitte, oder wenn man diess nicht Empfindungskraft nennen will, die Fähigkeit, Empfindungseindrücke auf das Rückenmark zu verpflanzen und durch Zuckung zu reagiren. Selbst das Schwanzende ist noch empfindlich, ja diese Empfindlichkeit ist durch die Durchschneidung des Rückenmarks eben so erhöht, als bei Fröschen, welche vorher narkotisirt waren. Berührt man einen abgeschnittenen Theil des Rumpfes vom Erdsalamander nur ganz leise, so zieht er sich jedesmal zusammen; diess dauert noch Stunden lang. Allein diess interessante Phänomen zeigt sich nur dann, wenn in dem abgeschnittenen Theile noch Rükkenmark enthalten ist, nicht aber in den abgeschnittenen ganzen Gliedern, welche nichts vom Rückenmark enthalten. Diese interessanten Thatsachen beobachtete ich bereits vor mehreren Jahren, 1830, als ich mit Herrn Jordan Versuche über das Gift der Hautdrüsen beim gefleckten Salamander anstellen wollte.

Es geht hieraus hervor, dass die bei den Thieren auf Berührung einzelner Theile erfolgenden allgemeinen Zuckungen nicht durch Communication sensorieller und motorischer Fasern der Nerven geschehen, sondern dass das Rückenmark das Binde-

glied zwischen der sensoriellen-centripetalen, und der allgemeinen motorischen-centrifugalen Erregung ist.

Das Phänomen allgemeiner Zuckungen nach örtlichen Empfindungen ist daher auch vom N. sympathicus unabhängig, und ist durch eine Irritation des Rückenmarks bedingt, wodurch jede ganz örtliche, sensorielle-centripetale Erregung sich auf das ganze Rückenmark und Gehirn verpflanzt, und von dort aus nothwendig alle motorischen Fasern anregt. Jene Irritation wird aber durch folgende Ursachen erregt:

1) Bei manchen Thieren durch blosse Zerschneidung und Quetschung des Rückenmarks. So zucken die Schildkröten noch nach abgeschnittenem Kopf, so oft sie berührt werden; so zucken ganz junge Vögel bei der Berührung im Moment nach der Decapitation. So zucken alle Theile des zerschnittenen Rumpfes beim Erdsalamander nach der Berührung.

2) Ferner wird das Rückenmark in diesem Grade irritirt durch das erste Stadium narkotischer Vergiftung bei den Fröschen, auch bei den Säugethieren, die nach Vergiftung mit Nux vomica sogleich zucken, wo und wie man sie anfasst. Diess Stadium der reizbaren Schwäche geht bei der Narcotisation fast immer dem Stadium der paralytischen Schwäche voraus.

3) Auch andere Ursachen, welche das Gehirn und Rückenmark durch Reizung schwächen, bewirken dasselbe Phänomen. Bei Menschen mit reizbarer Schwäche des Nervensystems bewirkt jede unvorhergesehene Empfindung, Schall, Berührung, mechanische Erschütterung, ein allgemeines Zusammenfahren. So bei Menschen, die durch Reizung der Genitalien und dadurch des Rückenmarks oder durch andere Ursachen sich eine reizbare Schwäche des Rückenmarks zugezogen haben. Man kann hiebei einen Blick auf das Wesen der Nervenirritation thun. Alle Nervenreizung kann hintereinander drei Zustände bedingen. Zuerst Reizung, wobei die Kräfte noch unversehrt scheinen; 2. in dem Maasse, als die Reizung wiederholt wird, reizbare Schwäche; 3. atonische Schwäche.

4) Eine örtliche heftige Erregung eines Empfindungsnerven kann durch die Heftigkeit der centripetalen Erregung des Gehirns und Rückenmarks auch Zuckungen und Zittern veranlassen, wie nach einem heftigen örtlichen Verbrennen, beim Zahnausreissen etc.

5) Oertliche Reizungen der Nerven durch Entzündung oder knotige Anschwellung bewirken auch öfter allgemeine Krämpfe, selbst Epilepsie.

6) Die von der örtlichen sensoriellen Erregung entstehende Irritation des Rückenmarks kann bei heftigen Verletzungen so stark seyn, dass die Zuckungen beständig sind und selbst ohne Berührung fortdauern. Diese von heftigen örtlichen Nervenverletzungen entstehende Irritation des Rückenmarks ist der Tetanus traumaticus. Jede heftige Irritation des Rückenmarks überhaupt ist Tetanus, sey sie durch narkotische Gifte oder örtlich und mittelbar veranlasst. Ich habe hier gezeigt, wie die Entstehung des Tetanus traumaticus aus einfachen, empirisch festgestellten Thatsachen zu begreifen ist.

7) Auch die heftige Irritation der sympathischen Nerven des Darmkanals erregt durch Rückwirkung auf die Centraltheile secündäre allgemeine Krämpfe, und so sind die Krämpfe in der sporadischen Cholera zu erklären; so die Zuckungen in Krankheiten der Eingeweide bei Kindern.

Die bisherigen Betrachtungen führen uns indess hier nur zunächst zur Feststellung der Thatsache, dass, wo immer durch örtliche Empfindung allgemeine Zuckungen entstehen, diess durch keine andere Verbindung sensorieller und motorischer Fasern geschieht als die des Rückenmarks. In sehr vielen Fällen entstehen aber nach örtlicher Reizung der Nerven nicht allgemeine, sondern örtliche Zuckungen, die indessen auch immer durch das Rükkenmark als Bindeglied der sensoriellen und motorischen Fasern erklärt werden müssen. Die Fälle, welche sich hierbei aufstellen lassen, sind folgende:

1) Am einfachsten ist der Fall, wenn die örtliche sensorielle Reizung, auf das Rückenmark oder Gehirn verpflanzt, bloss örtliche Zuckungen erregt, und zwar in den nahe gelegenen Theilen, deren motorische Fasern in der Nähe mit den sensoriellen vom Rückenmark abgehen. Hieher gehören die Krämpfe und das Zittern in Gliedern, welche sich heftig verbrennen etc. Gewisse, sehr reizbare Theile des Organismus, wie die Iris, ziehen sich überaus leicht zusammen, wenn auch nur schwache Reize andere sensorielle Nerven erregen, und die Reizung der letzteren zum Gehirn, und vom letztern durch den N. oculomotorius auf die kurze Wurzel des Ganglion ciliare, die Ciliarnerven und die Iris verpflanzt wird. Man weiss schon lange, dass die Iris nicht reizbar für das Licht ist, dass das Licht nur durch Vermittelung des Sehnerven und Gehirns auf die Iris wirkt; denn diess ergiebt sich aus den Versuchen von Lambert, Fontana, Caldani. Lichtstrahlen durch einen kleinen Kegel von Papier, oder durch eine kleine Oeffnung in einem Papierblatt durch die Pupille einfallend und also die Netzhaut treffend, bringen die Iris sogleich zur Bewegung, sind aber ohne Einfluss, wenn die Lichtstrahlen auf die Iris selbst einfallen. Ferner ist die Iris eines amaurotischen Auges unbeweglich, so lange das gesunde Auge geschlossen ist, zieht sich aber zusammen, wenn das Licht den Sehnerven des gesunden Auges anregt. Die Ausnahmen, in welchen die Iris der amaurotischen Augen noch Beweglichkeit besass (siehe Tiedemann in dessen *Zeitschrift* 1. *p.* 252.), mögen wohl auf einer unvollkommenen Amaurose beruhen, oder wenn nur ein Auge amaurotisch war, so war die Ursache der Bewegung der Iris im amaurotischen Auge das Offenseyn des gesunden Auges. Die Beweglichkeit oder Unbeweglichkeit der Iris eines amaurotischen Auges kann und sollte nur untersucht werden, wenn das gesunde Auge geschlossen ist. Jede Beobachtung, in welcher diese Vorsichtsmaassregel nicht beobachtet worden, kann nicht entscheiden. van Deen (*de differentia et nexu inter nervos vitae animalis et organicae. Lugd. Bat.* 1834. 58.) sah, wenn er bei einem Kaninchen, dem er ein Hemisphaerium des Gehirns abgetragen und den Sehnerven dieser Seite durchschnitten, bei Anwendung

eines Lichtes Zusammenziehung der Iris und schliesst daraus, dass der N. opticus keinen Einfluss auf die Iris habe. Da aber van Deen das Licht vor beide Augen (ante oculos) brachte, so musste dasselbe erfolgen, wie wenn die Iris eines amaurotischen Auges durch den Lichteinfluss auf das gesunde Auge bewegt wird. Es kann aber auch die Empfindung im Gehirn aufgehoben seyn und ein Nerve doch noch der Reflexion fähig seyn. Tiedemann's interessante Entdeckung, dass die Arteria centralis retinae von einem feinen Zweigelchen vom Ciliarknoten begleitet wird, kann auch nicht wohl zur Erklärung dienen. Denn alle Gefässe werden von Nerven begleitet; diess Zweigelchen verbreitet sich aber mit der Arteria centralis retinae, und steht mit der Retina in keinem erwiesenen Zusammenhange. Diese Rückwirkung vom Gehirn auf die Iris geschieht durch den N. oculomotorius, welcher nach Mayo's Versuchen bei jeder Reizung eine Zusammenziehung der Iris erregt. Magendie *J. d. physiol. T.* 3. 348. Wir wissen durch denselben Verf., dass das Hirnende des durchschnittenen Sehnerven gereizt noch Contraction der Iris bedingt. In der Zusammenziehung der Iris zeigt sich also eine Art Statik der Erregung zwischen centripetaler sensorieller und centrifugaler motorischer Wirkung durch Vermittelung des Gehirns. Auch andere Nerven können diese Statik verändern, wie die sensoriellen Aeste des N. trigeminus, so dass kaltes Wasser in die Nase geschlürft die Iris verengt. Unter diese einfacheren Fälle der reflectirten Erregung gehört auch das Blinzen der Augenlieder von längerem Lichteindruck, oder von einem starken Schall, oder von einem drohenden Gesichtseindruck.

Ferner gehören hieher die Zusammenziehungen aller Dammmuskeln, Musc. sphinct. ani, levator ani, bulbo-cavernosus, ischio-cavernosus bei der Austreibung des Saamens, in Folge der Irritation der Gefühlsnerven des Penis; in diesen Fällen ist das Rückenmark das Bindeglied zwischen den Empfindungen und Bewegungen. Entblösste Muskeln, deren motorische Nerven durch Reizung der Muskeln selbst mitgereizt werden, bedürfen zwar jener centripetalen und centrifugalen Wirkung nicht, um Zukkungen zu erregen. Allein die Muskeln, welche von empfindlichen Häuten überkleidet werden und nicht der Reizung selbst blossliegen, müssen die Reizung zur Bewegung erst durch sensorielle Erregung ihrer empfindlichen Decke, centripetale Wirkung dieser sensoriellen Nerven und centrifugale motorische Erregung vom Gehirn aus erfahren. So können die Zusammenziehungen der Stimmritze und Luftwege von irrespirablen sauren Gasarten nicht unmittelbar durch Reizung dieser Wege erfolgen, sondern durch centripetale sensorielle und centrifugale motorische Erregung. Diess hat weitläufiger Brachet bewiesen. Denn wenn man den N. vagus eines Thieres auf beiden Seiten durchschneidet, so wirkt eine reizende chemische Substanz, die man in die Luftröhre bringt, nicht mehr als Reiz zum Husten. Der Husten von Reizen in den Luftwegen entsteht nur durch sensorielle centripetale und centrifugale motorische Erregung. Es ist eben so mit der Zusammenziehung des Sphincter ani und Sphincter vesicae urinariae. Diese Muskeln können selbst nicht von den Reizen

der Excremente und des Harns zur Contraction gereizt werden, sondern diese Stoffe wirken auf die Empfindungsnerven der Schleimhaut, und erregen das Rückenmark, welches als beständig mit motorischer Nervenkraft geladen auf diese Muskeln zurückwirkt; daher nach Verletzung des Rückenmarks auch die Zusammenziehung dieser Muskeln aufhört.

2) Der zweite Fall ist, wo die sensorielle Erregung rein örtlich beschränkt, die rückwirkende vom Gehirn aus aber ausgebreiteter ist, wie schon aus jenen den Husten begleitenden Phänomenen hervorgeht, bei welchem nicht allein die N. vagi, sondern wegen der Brust- und Bauchmuskeln, die N. spinales mitwirken. Eben so ist es mit einer Menge krampfhafter Athembewegungen dem Niesen, Schluchzen, Erbrechen etc., welche alle von Reizen innerhalb des Schleimhautsystems der Respirationsorgane und des Darmkanals entstehen, von Reizungen der Empfindungsnerven dieser Theile, die auf das Gehirn reflectirt werden, und dort die Quelle der respiratorischen Bewegungen in der Medulla oblongata in Thätigkeit setzen. Schon oben wurde die merkwürdige Eigenthümlichkeit angeführt, dass das System der Athemnerven durch locale Reize in allen Schleimhäuten in Thätigkeit gesetzt werden kann. Vom Munde bis zum After, von der Nase bis in die Lungen sind die Schleimhäute zu dieser Reflexion fähig. Denn alle diese Bewegungen, Husten, Niesen, Erbrechen, krampfhaft, unwillkührlicher Stuhlgang, unwillkührliches, mit Zwang verbundenes Harnlassen entstehen von heftigen Reizen in den Schleimhäuten des Rachens, der Speiseröhre, des Magens, des Darms und in der Schleimhaut der Respirationswerkzeuge. Das Niesen erklärte man sonst als eine krampfhafte Affection des Zwerchfelles; indess hat das Niesen mit dem Zwerchfell offenbar gar nichts zu thun; denn das Niesen ist eine heftige Exspiration, das Zwerchfell aber ist kein Musc. exspiratorius, sondern das Gegentheil. Bei der unrichtigen Supposition, dass das Niesen durch das Zwerchfell erfolge, liess man die Reizung der Nasalnerven auf das Ganglion spheno-palatinum, den N. vidianus, sympathicus, die Halsnerven, den N. phrenicus, den Willisischen Beinerven und den N. facialis sich fortpflanzen. Hier fällt nun offenbar der N. phrenicus ohnehin aus. Man suchte auch zu beweisen, dass das Niesen nicht von einer reflectirten Reizung vom Gehirne ausgehe, und berief sich darauf, dass ein Mensch ohne Geruchsinn doch von Tabak geniest habe. Warum sollte er es nicht, da bei dem Mangel der Geruchsnerven doch die gewöhnlichen Gefühlsnerven der Nase, N. nasales hier, wie überhaupt bei dem gesunden Menschen, die Empfindungen des Kitzels haben. Man zergliedere aber doch nur die Erklärung einer Sympathie durch den N. sympathicus durch die feinere Anatomie. Wie soll auch das Niesen durch eine Nervenverbindung erklärt werden? Erstens ist nicht entfernter Weise einzusehen, warum eine Reizung dieses Nervens von der Nase aus gerade Niesen und nicht vielmehr vieles Andere, z. B. eine verstärkte Bewegung des Darmkanals, hervorbringen soll. Dann reicht die Erklärung nicht aus, weil keine Verbindung des N. sympathicus mit ei-

nem anderen Nerven eine Verschmelzung der Fasern ist. Bei dem Niesen z. B. ist eine heftige Zusammenziehung aller Exspirationsmuskeln vorhanden; alle Primitivfasern der Intercostalnerven, welche die Zusammenziehung der Brust und des Bauches bewirken, müssen dabei irritirt seyn. Wie sollten aber alle diese Fasern vom N. sympathicus irritirt werden können, der an jeden dieser Nerven ein Faserbündelchen anschliesst, das, weit entfernt, seine Primitivfasern mit allen Primitivfasern eines Spinalnerven zu verschmelzen, sie nur mit diesen vom Rückenmark empfängt. Da nun Primitivfasern anderen Fasern, die neben ihnen liegen, zumal in einer motorischen Wurzel ohne Ganglion, nichts mittheilen können, so ist hier auch die sympathische Affection aller Primitivfasern eines Intercostalnerven durch den N. sympathicus eine reine Unmöglichkeit. Alle diese Sympathien des Niesens, Hustens, Erbrechens sind abgemacht, sobald man die reflectirende Eigenschaft des Rückenmarks und Gehirns kennt, und es liegt nichts Schwieriges mehr in der Erklärung, sobald man von der Thatsache ausgeht, dass alle respiratorischen Nerven, N. facialis, vagus, accessorius, phrenicus und die übrigen Spinal-Athemnerven des Rumpfes durch ihren Ursprung von der Medulla oblongata, oder ihre Abhängigkeit von derselben, leicht zu convulsivischen Bewegungen in Muskeln erregt werden, durch alle Reize, die von den Empfindungsnerven der Schleimhäute auf das Rückenmark oder die Medulla oblongata geleitet werden.

Bei jedem heftigen Reiz in den Gedärmen, in den Urinwerkzeugen, in dem Uterus tritt leicht Zusammenziehung des Zwerchfells und der Bauchmuskeln ein, wodurch die Bauchhöhle verkleinert und der Inhalt derselben, nach oben, wenn er im Magen enthalten ist (Erbrechen), oder nach unten durch den Mastdarm, durch die Harnwerkszeuge, durch die Genitalien, wie bei der Geburt, ausgetrieben wird. Der Stuhlzwang ist dieselbe Erscheinung für die unteren Theile des Darmkanales, was das Erbrechen für die oberen. Bei dem Harnzwang finden sich dieselben Bewegungen in Leidenschaft, die Geburt nimmt dieselben Muskeln in Anspruch, welche beim Erbrechen den Mageninhalt nach oben auswerfen; auch die nach dem Tode noch erfolgende Geburt, gleich wie das feste Anlegen des Schlundes um einen in denselben gebrachten Finger bei einem geköpften jungen Thiere, zeigen uns, von welchem wichtigen, mit dem Leben aufs innigste verknüpften Einflusse diese Fähigkeit des Rückenmarks ist, durch örtliche Erregungen seiner Empfindungsnerven zu motorischen Entladungen gereizt zu werden. Mag bei mehreren der hieher gehörigen Reizungen, beim Erbrechen etc., der N. sympathicus irgend eine Rolle spielen, so ist es keine andere als diejenige, die Reizung, wie alle anderen Empfindungsnerven, auf das Sensorium zu reflectiren. Dass er aber diese Wirkung haben kann, lässt sich durch einen Versuch zeigen: ich habe nämlich beim Kaninchen durch Zerrung des N. splanchnicus in der Bauchhöhle, an der innern Seite der Nebenniere, mehrmals Zuckungen der Bauchmuskeln beobachtet, und habe diess Phänomen, obgleich mir der

Versuch beim Hunde nicht gelingen wollte, doch wiederholt bei Kaninchen gesehen.

3) In den unter 2. erwähnten Fällen ist die reflectirte Bewegung, die auf Empfindung folgende Bewegung auf eine grosse Gruppe von Nerven ausgedehnt, auf die respiratorischen Nerven, und sie entsteht am leichtesten durch Reizung der Schleimhäute; es kann jedoch bei höherer Reizung die Ausdehnung der reflectirten Bewegungen noch grösser werden und fast alle Rumpfnerven afficiren, wenn sich die Irritation des Rückenmarks ausdehnt. Hieher sind die Fälle der sporadischen Cholera zu rechnen (die asiatische Cholera führe ich wegen der Dunkelheit der Krankheit nicht auf), wo bei grosser Heftigkeit auch Krämpfe am Rumpfe eintreten können.

4) Bei den reflectirten Bewegungen, die durch heftige Empfindungen der äusseren Hautnerven und nicht der Schleimhautnerven entstehen, wird die Gruppe der respiratorischen Bewegungen auch nicht in Mitleidenschaft gezogen, sondern es entstehen leichter Krämpfe der Muskeln des ganzen Rumpfnervensystems ohne krampfhafte Athembewegungen. Der höchste Grad ist der epileptische Krampf von örtlicher Nervenaffection und der Tetanus traumaticus von Verletzung eines Nerven.

Marshall Hall unterscheidet vier Arten von Muskelzusammenziehung: 1. die willkührliche, welche vom Gehirn, 2. die respiratorische, welche von der medulla oblongata abzuhängen scheint, 3. die unwillkührliche, welche von den Nerven und Muskeln abhängt, und die unmittelbare Anwendung des Reizes auf die mit Nerven versehenen Muskeln oder ihre Nerven erfordert, und 4. die reflectirende, welche zum Theil fortdauert, nachdem die willkührliche und respiratorische aufgehört haben, und an die Medulla spinalis gebunden ist. Sie hört nach Entfernung des Rückenmarkes auf, wenngleich die Irritabilität sich nicht vermindert. Bei dieser vierten entspringt der motorische Reiz nicht in einem Centraltheil des Nervensystems, sondern in einiger Entfernung vom Centrum; sie ist weder willkührlich, noch in ihrem Verlaufe direct, sondern vielmehr erregt durch eigenthümliche Reize, die nicht unmittelbar auf die Muskelfaser und die motorischen Nerven einwirken, sondern auf häutige Ausbreitungen, von denen der Reiz zum Rückenmark geleitet wird. Marshall Hall erläutert die Wichtigkeit dieser reflectirenden Function des verlängerten Markes und Rückenmarkes durch einige Beispiele. Das Aufnehmen des Futters ist ein willkührlicher Act und kann nach Entfernung des Gehirns nicht mehr vollzogen werden; der Uebergang des Bissens über die Glottis und durch den Pharynx hängt von der reflectirenden Function ab, und findet noch statt, wenn das Gehirn entfernt worden. Obgleich nämlich die hierbei thätigen Muskeln auch willkührlich thätig seyn können, so bewirkt doch die Gegenwart des Bissens im Schlunde eine Reihe von heftigen Bewegungen, die oben p. 495. beschrieben worden und welche dadurch entstehen, dass der Reiz des Bissens auf die empfindliche Schleimhaut wirkt, und

diese Empfindung die Medulla oblongata zur Entladung in die motorischen Nerven anregt. Den weitern Act der Deglutition in der Speiseröhre hält Marshall Hall für die Wirkung des unmittelbar auf die Muskelfiber des Oesophagus wirkenden Reizes und das Resultat der Irritabilität des letztern, welches sehr zweifelhaft erscheinen dürfte. Selbst an geköpften jungen Thieren kann man übrigens, wie schon angeführt, noch die durch mechanische Reizung des Schlundes erfolgende, reflectirte motorische Erregung beobachten. Marshall Hall zeigt nun den dauernden Einfluss dieser Function an den Sphincteren. Der Sphincter ani bleibt bei einer Schildkröte nach der Enthauptung geschlossen, so lange der untere Theil der Medulla spinalis unverletzt ist, wird aber sogleich schlaff und öffnet sich, wenn man das Rückenmark wegnimmt.

Marshall Hall durchschnitt das Rückenmark bei einer lebhaften Coluber natrix zwischen dem 2. und 3. Wirbel. Die Bewegungen hörten sogleich auf; so bleibt es auch, wenn das Thier nicht gereizt wird. Wird es aber gereizt, so bewegt sich das Thier eine Zeit lang, da bei jeder veränderten Lage neue Theile seiner Oberfläche mit dem Boden in Berührung kommen. Allmählig kömmt das Thier wieder zur Ruhe; aber die geringste Berührung erneuert dagegen die Bewegung.

Marshall Hall zeigt recht schön das Verhältniss der willkührlichen, respiratorischen und reflectirten Bewegungen, indem er zugleich zu beweisen sucht, dass die nach Verlust des Gehirns stattfindenden reflectirten Bewegungen nicht von wahrer Empfindung, sondern nur von der bei den Empfindungen stattfindenden centripetalen Nervenwirkung abhängig sind. Empfindung, Wille, Bewegung seyen die drei Glieder der Kette, wenn eine Bewegung durch Schmerz herbeigeführt wird; werde aber das mittlere dieser Glieder zerstört, so höre die Verbindung zwischen dem ersten und zweiten mit dem Bewusstseyn auf. Wir glauben auch, dass die nach Verlust des Gehirns stattfindenden reflectirten Bewegungen auf Hautreize keinen Beweis enthalten, dass die Hautreize noch wahre Empfindung im Rückenmark erregen können; es ist vielmehr die gewöhnlich auch bei den Empfindungen stattfindende centripetale Leitung des Nervenprincips, die aber hier nicht mehr Empfindung ist, weil sie nicht mehr zum Gehirn, zum Organ des Bewusstseyns geleitet wird. Auch während dem gesunden Leben erfolgen viele reflectirte Bewegungen durch Hautreize, welche nicht als wahre Empfindungen zum Bewusstseyn kommen, aber doch heftige Eindrücke auf das Rückenmark erregen können, wie z. B. die dauernde Zusammenziehung der Sphincteren vom Reiz der Excremente und des Harns. Allein Marshall Hall geht doch zu weit, wenn er annimmt, dass bei dem gesunden Leben jede Bewegung auf wahre Empfindung vom Willen bedingt werde, und alle Erregungen der empfindlichen Theile bei den reflectirten Bewegungen ohne Empfindung seyen. Denn die reflectirten Bewegungen des Niesens, Hustens und viele andere erfolgen von wirklichen Empfindungen.

Die reflectirten Bewegungen und die unwillkührlichen, nicht

reflectirten Bewegungen sind nicht mit einander zu verwechseln. Wird die Stimmritze eines Thieres berührt, sagt Marshall Hall, so folgt eine Zusammenziehung; eben so, wenn das Herz berührt wird. Durch Entfernung des Gehirns tritt keine Aenderung ein. Nimmt man aber die Medulla oblongata weg, so hören die Contractionen des Larynx auf Reize auf, während die des Herzens selbst nach Entfernung der Medulla spinalis fortdauern. Die Wirkung des Reizes auf das Herz ist eine unmittelbare (Irritabilität); ein auf den Larynx angebrachter Reiz muss dagegen zur Medulla oblongata fortgepflanzt werden und die Contraction erfolgt mittelbar von dieser aus. Bei einer Schlange trat nach Entfernung des Kopfes eine Bewegung des Larynx ein, welcher abwärts gezogen und geschlossen wurde, sobald Marshall Hall eine Stelle innerhalb der Zähne des Unterkiefers oder die Nasenlöcher berührte. Diess fand nach Entfernung der Medulla oblongata nicht mehr statt. Marshall erwähnt zuletzt, als zur reflectirenden Function gehörend, das Blinzeln der Augenlieder, wenn dieselben berührt werden, die eigenthümliche Wirkung auf die Respiration durch Kitzeln, oder wenn kaltes Wasser ins Gesicht gespritzt wird, das Niesen durch Reizen der Nasenschleimhaut, Husten, Erbrechen durch Reizen des Larynx oder Pharynx, Tenesmus durch Reizung des Mastdarms, und Strangurie durch Reizung der Blase.

Man sieht, dass die Krämpfe in den Krankheiten eine sehr verschiedene Quelle haben können. Es giebt nämlich krampfhafte Affectionen, welche ihren Sitz in den motorischen Nerven selbst, oder ihre Ursache im Gehirn und Rückenmark haben; aber auch reflectirte Krämpfe, deren Ursache in Reizungen von Empfindungsnerven liegt, wie die nach Intestinalreizungen, bei der Dentition, Odontalgie, und überhaupt nach schmerzhaften Nervenleiden von organischen und nicht organischen Fehlern, oft erfolgenden Krämpfe.

Die bisher beschriebenen Phänomene haben zwar alle mit einander gemein, dass das Rückenmark das Bindeglied zwischen einer sensorischen und motorischen Bewegung des Nervenprincips ist, indess lassen sich auch noch bestimmter die Wege bezeichnen, welche bei den reflectirten Bewegungen von den Empfindungsnerven auf die motorischen Nerven im Rückenmark die Leitung bewirken. Die gewöhnlichste Art der reflectirten Bewegung ist, dass die Muskeln des Gliedes, an welchem man heftige Empfindungen erregt, bewegt werden, wie beim Verbrennen der Haut Zuckungen zunächst in dem verbrannten Gliede, und im Anfange der Narcotisation eines Thieres bei Empfindungsreizung der Haut am leichtesten auch die Muskeln des gereizten Gliedes bewegt werden, wie der Bissen die reflectirte Bewegung der Schlingwerkzeuge hervorbringt, und der Staub in der Conjunctiva blosse Empfindung erregend, das reflectirte Schliessen der Augenlieder hervorruft, und wie endlich die Reize des Urins und der Excremente mittelbar auf die Bewegung der Sphincteren wirken. Sobald daher die Empfindungsbewegung das Rükkenmark erreicht hat, so geht die Bewegung nicht auf das ganze

Rückenmark über, sondern am leichtesten auf diejenigen motorischen Nerven, welche den nächsten Ursprung an den gereizten sensibeln Nerven haben; oder mit anderen Worten, der leichteste Weg der Strömung oder Schwingung ist von der hintern Wurzel eines Nerven oder seiner einzelnen Primitivfasern nach dessen vorderer Wurzel oder nach den vorderen Wurzeln mehrerer nahe gelegenen Nerven. Wir sehen daraus, dass das Princip der Nerven bei diesen Strömungen oder Schwingungen die kürzesten Wege nimmt, um von Empfindungsfasern durch das Rückenmark auf Bewegungsfasern zu wirken; gleichwie die Elektricität auch den kürzesten Weg von einem zum andern der genäherten Poldräthe nimmt. Richtiger ausgedrückt und in die Sprache der Nervenphysik übersetzt, heisst diess jedoch so, dass bei heftiger Erregung der motorischen Eigenschaft des Rückenmarkes durch einen Empfindungsnerven zunächst nur derjenige Theil des Rückenmarkes erregt wird, und wieder Zuckung erregt, welcher dem Empfindungsnerven den Ursprung giebt, und dass die Erregung anderer Theile des Rückenmarkes und der davon entspringenden motorischen Nerven in dem Maasse abnimmt, als sie sich von der durch den Empfindungsnerven erregten Stelle entfernen. Dasselbe gilt auch von den Hirnnerven. Die grossen Sinnesnerven sind vorzüglich geneigt, reflectirte Bewegungen der motorischen Gehirnnerven zu verursachen, und namentlich der N. opticus und acusticus; beide bewirken bei grellem Lichte und starkem Schall eine reflectirte Erregung des N. facialis, und dadurch Schliessen oder Blinzeln der Augenlieder. Der N. opticus bewirkt hinwieder leicht die reflectirte Erregung des N. oculomotorius durch Bewegung der Iris, und erregt beim Sehen von intensivem Licht eine reflectirte Affection des N. facialis mit anderen Nerven im Niesen. Aber auch der grosse Gefühlsnerve des Vorderhauptes und Gesichtes, die grosse Portion des N. trigeminus kann den N. oculomotorius und facialis durch Vermittelung des Gehirns erregen; so entsteht Zusammenziehung der Iris von in die Nase eingezogenem kalten Wasser, und von Kitzel in der Nase entsteht Niesen und die damit verbundene Thätigkeit des N. facialis bei Erregung der Gesichtsmuskeln. Kurzum wir sehen, dass von den motorischen Gehirnnerven die zum Ciliarknoten und also zu der Iris gehenden Theile des Nervus oculomotorius und der Nervus facialis am leichtesten durch Reflexion erregt werden, und dass sowohl Gesichts- als Gefühls- und Gehöreindrücke die erregende Ursache seyn können; daher zwischen den Ursprüngen des N. opticus, trigeminus und acusticus, und den Ursprungsstellen jener motorischen Nerven im Gehirn eine durch die erste Formation prästabilirte leichtere Leitung stattfinden muss. Diejenigen Empfindungsnerven und motorischen Nerven, deren Wechselwirkung durch das Gehirn und Rückenmark erleichtert ist, zeigen mit jenen Centraltheilen eine Art Statik, eines verändert das andere, wie das Steigen einer Waageschaale das Sinken der anderen bedingt, das Fallen des Fluidums in dem einen Schenkel einer zweischenkligen Röhre

das Steigen in dem andern bewirkt bis zur Herstellung des Gleichgewichtes. Ist auch ein Empfindungsnerve für gewohnlich nicht im Stande, eine reflectirte Bewegung hervorzurufen, so tritt sie doch bei einiger Heftigkeit der Empfindung sogleich auf, und das Rückenmark und Gehirn reflectiren dann die von Seiten der Empfindungsnerven erhaltene Strömung oder Schwingung in diejenigen motorischen Nerven, zu welchen die Leitung von jenen Empfindungsnerven durch die Fasern des Gehirns und Rückenmarkes am leichtesten ist.

Eine andere, sehr gewöhnliche Bahn der Leitung von Empfindungsnerven zu motorischen Nerven durch Vermittelung des Rückenmarks und der Medulla oblongata, ist die der Erregung des Schleimhautsystems und der secundären Affection der Respirationsmuskeln im Erbrechen, Stuhlzwang, Gebären, Harnzwang, Husten, Niesen, Schluchzen etc. Ausser dem eben erörterten statischen Gesetz, dass Nerven verwandten Ursprunges, oder von nicht allzu entferntem Ursprunge zu den Erscheinungen der Reflexion sich eignen, ist das am häufigsten eintretende Gesetz der Nervenstatik, der Reflexion, das eben erwähnte. Daher in der Medulla oblongata und dem Rückenmark, zwischen den Empfindungsnerven der Schleimhäute (N. trigeminus — Nase; N. vagus — Luftröhre, Lungen, Schlund, Speiseröhre, Magen; N. sympathicus — Darmkanal, Uterus. Aeste des Sacralplexus und N. sympathicus zur Urinblase und zum Mastdarm) und den motorischen Respirationsnerven (N. facialis, accessorius, N. spinales) eine leichtere Leitung präformirt seyn muss, während dagegen die zu den Extremitäten gehenden N. spinales von dieser Harmonie ausgeschlossen sind.

Tritt aber eine gewisse Irritation des Rückenmarkes und Gehirns durch Narkosis oder andere Ursachen ein, so kann jede Empfindung eine Entladung des Rückenmarkes nach allen motorischen Nerven bewirken, auch zu denjenigen, welche sonst am schwersten mit afficirt werden, zu den motorischen Nerven der Extremitäten. Ja Volkmann (Muell. *Arch.* 1838. 15.) hat gezeigt, dass Längstheilung des Rückenmarks bei enthaupteten Fröschen die Ausdehnung der Reflexbewegungen über alle Muskeln beider Körperhälften nicht hindert, so lange nur irgend ein Theil des Rückenmarkes verbunden bleibt.

Es entsteht zuletzt die Frage, in wie weit die Empfindung an den Reflexbewegungen als Empfindung Antheil hat. Volkmann neigt sich zu der Ansicht von Whytt, welcher bewusste Empfindung und spontane zweckmässige Reaction bei den Bewegungen, die auf Empfindungen folgen, annahm. Dass diess in vielen Fällen so ist, scheint mir nicht zu bezweifeln, namentlich scheint es so bei den Reflexbewegungen zu seyn, welche bei unversehrtem Gehirn und Rückenmark erfolgen. Hieher gehört z. B. das Schliessen der Augenlieder beim heftigen Lichtreiz, die Bewegung der Athemmuskeln bei Reizung der Schleimhaut des tractus respiratorius, intestinalis, urinarius. Bedenkt man aber, dass alle Stücke einer Salamandra maculata noch Reflexbewegun-

gen zeigen, welche noch etwas vom Rückenmark enthalten, so lässt sich diese Ansicht schwerlich als durchgreifend festhalten. Auch giebt es Reflexionserscheinungen an Organen, welche dem Einfluss des Willens entzogen sind, wie am Darmkanal und Herzen. Endlich haben die allgemeinen reflectirten Zuckungen nach der Narcotisation nicht die geringste Aehnlichkeit mit einer spontanen Reaction. Nach meiner Meinung bewirkt eine Reizung eines sensoriellen Spinalnerven zunächst eine centripetale Action des Nervenprincips zum Rückenmark. Kann diese noch zum Sensorium commune gelangen, so ist es eine bewusste Empfindung. Gelangt sie aber wegen Durchschneidung des Rückenmarks nicht zum Sensorium commune, so behält sie doch ihre ganze Kraft als centripetale Action auf das Rückenmark. In beiden Fällen kann eine centripetale Action eines sensoriellen Nerven eine Reflexbewegung hervorbringen. Im ersten Falle würde die centripetale Action zugleich Empfindung, im letztern Falle nicht, aber sie ist zur Reflexbewegung oder zur centrifugalen Reflexion hinreichend. Marshall Hall's Ansicht entfernt sich sowohl von derjenigen von Whytt, als von der meinigen und ist eigenthümlich. Er beschränkt zuerst die Erscheinungen der Reflexion auf die blossen Spinalnerven und schliesst die Sinnesnerven des Gehirns aus. Nach ihm wird die Reflexion niemals durch eine Empfindung und selbst nicht einmal durch die sensoriellen Nerven vermittelt. Vielmehr nimmt Marshall Hall eigene Nerven oder Nervenfasern als excito-motorische an, auch die centrifugale Action erfolgt bei der Reflexion nicht in den spontan-motorischen Nerven, sondern in eigenen Fasern, welche er reflecto-motorische nennt. Sensorielle und excito-motorische Fasern kommen von den hintern Wurzeln, spontan-motorische und reflecto-motorische von den vordern Wurzeln der Spinalnerven und Nerven der medulla oblongata; auch wird der N. vagus nicht als vorzugsweise sensorieller, sondern als excito-motorischer Nerve angesehen, weil seine Durchschneidung nach Marshall Hall und Broughton nicht schmerzhaft ist, aber die Respirationsbewegungen verändert. Diese Ansicht ist in Marshall Hall's neuestem Werk über das Nervensystem (*Memoirs on the nervous system. London* 1837. 4.) ausführlich entwickelt. Volkmann hat diese Lehre in seiner erwähnten Abhandlung bestritten und unter anderem angeführt, dass der N. vagus in der That auch schmerzhafter Empfindungen fähig sey.

Eine Thatsache, auf welche Volkmann zuletzt aufmerksam macht und welche wir selbst oft beobachtet haben, ist die, dass ein grosser Unterschied in der Fähigkeit Reflexionsbewegungen hervorzurufen, zwischen den Nervenstämmen und ihrer peripherischen Ausbreitung besteht. Kein Theil erregt gereizt so leicht Reflexbewegung als die Haut, bei narkotisirten Thieren reicht oft die blosse leiseste Berührung hin sie stark hervorzurufen, während die Reflexbewegungen, welche man bei Reizung der Nervenstämme selbst wahrnimmt, viel geringer sind.

## IV. Capitel. Von der verschiedenen Action der sensibeln und motorischen Nerven.

Die Erfahrung hat uns bis jetzt gelehrt, dass, wenn ein Punkt des Nerven gereizt wird, die Wirkung sich in der ganzen Länge der Fasern äussert, und in den motorischen Nerven dort Bewegung erregt, wo die Fasern mit Muskeln zusammenhängen, in den sensibeln Fasern Empfindung, wenn die Fasern noch mit den Centraltheilen zusammenhängen. Nun könnte es scheinen, dass sich der Effect der Nervenreizung von dem gereizten Punkte auf gleiche Art nach dem peripherischen Ende des Nerven und nach dem Centralende desselben fortpflanze. Es frägt sich aber, ob diess wirklich geschieht, und ob die Fortpflanzung der Reizung nicht in einer gewissen Richtung allein geschieht; ob bei den sensibeln Fasern der Nerven die Wirkung nicht etwa bloss nach dem Gehirn, bei den motorischen Fasern bloss die umgekehrte Richtung nach den Muskeln stattfinde. Man nahm diess gewöhnlich an, so lange es nicht bekannt war, dass die sensibeln und motorischen Fasern verschieden sind. Jetzt wiederholt sich diese Frage wieder, und die Lösung dieses Problems ist von äusserster Wichtigkeit für die Physik der Nerven. Es handelt sich also darum, zu wissen: ist die Kraft der motorischen Fasern, Muskeln zur Zusammenziehung zu reizen, qualitativ von der Kraft der sensibeln Fasern verschieden, oder ist, was hier verschiedene Kräfte genannt werden, bloss verschiedene Richtung der Nervenwirkung, centrifugal in den motorischen Fasern, centripetal in den sensibeln.

Es ist bekannt, dass die Wirkung bei den Muskelnerven immer nur in der Richtung der Nervenzweige erfolgt, und dass die Muskeln nicht zucken, welche Nervenäste vom Stamme erhalten über der Stelle der Reizung, dass dagegen nach abwärts die Wirkung sich auf alle Muskelnerverven ausdehnt, die von dem Stamme unter der gereizten Stelle abgehen. Diese Thatsache scheint zu beweisen, dass die Nervenwirkung in den motorischen Nerven nur in centrifugaler Richtung erfolgt, vom Stamme nach den Aesten. Allein diess lässt sich sehr wohl aus Thatsachen ganz anders erklären. Die mikroskopische Anatomie der Nerven lehrt, dass die Primitivfasern in den Stämmen sich nicht verbinden, dass also der Nervenstamm nur das Ensemble aller unendlich vielen Primitivfasern ist, die aus dem Stamm mit den Aesten hervorgehen. Die Primitivfasern der Aeste, die in verschiedener Höhe vom Stamme abgeben, hängen daher gar nicht im Stamme zusammen, die motorischen Fasern laufen getrennt bis zum Rückenmark oder Gehirn, und die Reizung eines Astes kann daher rückwärts, wenn eine Rückwärtswirkung stattfindet, keine Theile des Stammes mit afficiren, sondern diese Rückwärtswirkung würde sich auf die Primitivfasern des gereizten Astes beschränken, welche im Stamme ohne Verbindung bis zum Gehirn oder Rückenmark fortlaufen. Wenn also auch ausser der Wirkung nach den Muskeln eine Rückenmarkswirkung des in einem Punkte

gereizten motorischen Nerven nach dem Gehirn und Rückenmark stattfände, so könnten wir sie nicht an Zuckungen anderer Theile merken, weil die Fasern eines Stammes mit keinen Fasern höherer Aeste zusammenhängen. Diese Rückwärtswirkung kann auch im Rückenmark isolirt bleiben, wenn die Fasern im Rückenmark sich nicht verbinden, sie kann auch keine Empfindung im Gehirn und Rückenmark erregen, wenn die Fasern der motorischen Nerven im Gehirn und Rückenmark isolirt sind und nicht mit sensibeln Fasern zusammenhängen. Eben so mit den an einem Punkte ihrer Länge gereizten sensibeln Fasern. Die sensibeln Fasern bewirken nur Empfindungen, wenn sie mit dem unversehrten Rückenmark und Gehirn zusammenhängen. Hieraus könnte man auf eine blosse centripetale Wirkung der sensibeln Nervenfasern schliessen, allein dieser Schluss ist eben so fehlerhaft, denn nur der centripetale Strom von jenem Punkte kann bewusst werden, weil nur er von dem Centralorgane empfunden wird, der entgegengesetzte Strom der sensibeln Fasern kann nicht bewusst werden, wenn er auch stattfindet.

Wenn es gewiss wäre, dass die Muskeln auch ohne die Nerven durch sich selbst Contractilität besitzen, und dass aller Nervenreiz nur wie andere Reize auf die Muskeln wirke, dass andere Reize nicht erst auf Nerven wirken müssen, um Bewegungen hervorzurufen; wenn diess gewiss wäre, so liesse sich weiter beweisen, dass die sensibeln Fasern nur centripetal nach dem Gehirn und nicht rückwärts wirken. Denn nach einer Beobachtung von mir sind die sensibeln Fasern in den Muskeln Zuckungen zu bewirken auch dann unfähig, wenn sie sich wirklich in Muskeln verbreiten, wie der N. lingualis, der wenigstens mit dem Muskelnerven N. hypoglossus anastomosirt. Allein obige Voraussetzung ist falsch; die Muskeln besitzen ohne die Wechselwirkung mit den Nerven keine Contractilität; sie verlieren ihre Contractionskraft auf alle Reize, wenn ihre Nerven lange Zeit vom Gehirn getrennt waren; sie verlieren ihre Reizbarkeit in gleichem Grade, als die Reizbarkeit der Nerven erlischt, wie die Versuche von mir und Sticker zeigen. Siehe oben p. 639. In diesen Versuchen hatten die Muskeln, zu welchen ein durchschnittener Nerve hingeht, nach mehreren Monaten in zwei Fällen alle Reizbarkeit, und in einem Falle fast alle Reizbarkeit für den galvanischen und mechanischen Reiz, in gleichem Grade als die Nerven selbst verloren, so dass zu den Zusammenziehungen der Muskeln durchaus ihre Wechselwirkung mit den Nerven nöthig ist. Da nun die sensibeln Nerven auch dann, wenn sie sich in Muskeln (wie der N. lingualis in der Zunge) verbreiten, keinen Einfluss auf die Muskeln haben (siehe oben p. 661.), so folgt ganz evident, dass die motorischen Nerven allein in jener Wechselwirkung mit den Muskeln stehen. Diess kann aber auch wieder eben so gut von einer eigenthümlichen, nur den motorischen Nerven eigenen Qualität herrühren, als von einer, nur den motorischen Nerven zukommenden centrifugalen Richtung der Nervenwirkung.

Getrieben von dem Eifer, über diesen äusserst wichtigen Punkt auf empirischem Wege ins Reine zu kommen, habe ich in

den Wirkungen der narkotischen Gifte ein Mittel zur dereinstigen Lösung des Problems gefunden. Die Frösche werden nämlich nach der Vergiftung mit Opium so äusserst reizbar im Rükkenmark, dass jede auch noch so geringe Erschütterung, z. B. das leise Klopfen auf den Tisch, auf welchem der Frosch liegt, oder das Fallenlassen eines Fusses eine Zuckung am ganzen Körper bewirkt. Nicht allein die Erschütterung des Rückenmarkes selbst thut diess, sondern auch eine ganz örtliche Empfindung, die auf das Rückenmark verpflanzt wird. Wenn man den Frosch in diesem Zustande irgendwo sticht, ohne die geringste Erschütterung, so zuckt er in allen Theilen seines Körpers. Hiebei wirkt die peripherische Reizung eines Empfindungsnerven auf das ganze Rückenmark, und das Rückenmark auf alle Theile zurück. Das Rückenmark ist hier die Vermittelung, denn die abgeschnittenen Theile oder Theile, deren Nerven durchschnitten sind, zucken dann nicht mehr bei der Erschütterung. Diese Thatsache vorausgesetzt, wollte ich bei einem Frosch die hinteren oder sensibeln Wurzeln der Nerven für ein Hinterbein durchschneiden, den Frosch vergiften, und dann sehen, ob die Nerven dieses Beins, welches noch durch die vorderen oder motorischen Wurzeln mit dem Rückenmark zusammenhängt, wenn sie gereizt werden, so gut wie die Empfindungsnerven diese Reizung auf das äusserst gereizte Rückenmark fortpflanzen können in centripetaler Bewegung, und ob also die Reizung eines Bewegungsnerven in einem empfindungslosen Bein rückwärts auch noch allgemeine Zuckungen in einem vergifteten Frosch bewirkt. Der Erfolg des wiederholten Versuchs ist dagegen. Diese Zuckungen erfolgen nicht, wenn die Reizung des Bewegungsnerven ganz ohne alle Erschütterung des ganzen Frosches geschieht, z. B. durch Schneiden eines Nerven mit der Scheere; auch die mechanische Reizung des Nerven mit der Nadel und Pincette bringt dann keine allgemeinen Zuckungen am ganzen Frosch hervor, wenn nur keine Erschütterung des Frosches dabei stattfindet. Um diese Versuche gut anzustellen, muss man erst das Gift beibringen, und wenn sich die erste Wirkung zeigt, wenn nämlich der Frosch beim Klopfen auf den Tisch, worauf er liegt, zu zucken anfängt, schnell das Rückgrat öffnen, und auf einer Seite alle drei hinteren Wurzeln der Nerven des einen Hinterbeines durchschneiden, während die andere Seite unversehrt bleibt; darauf präparirt man eben so schnell den Schenkelnerven auf beiden Seiten heraus und schneidet ihn über dem Knie ab, so dass er am Oberschenkel heraushängt. So ist der Frosch zum Versuch präparirt. Bricht man aber vor dem Beibringen des Giftes das Rückgrat auf, so verliert er vor der Vergiftung so viel Blut, dass das Gift hernach nicht mehr recht resorbirt wird. Dieser Versuch ist überhaupt schwer, und man muss ihn oft anstellen, bis man zu einem reinen Experiment kommt. Auch darf die Dosis des Giftes nicht zu stark seyn, damit die Paralyse nicht zu schnell eintritt. Am besten ist Opium; Nux vomica macht zu schnell paralytisch. Ist nun der Frosch vergiftet, das Rückgrat aufgebrochen, sind die hinteren oder sensibeln Wurzeln der

Nerven des Hinterbeins auf der einen Seite durchschnitten und der Schenkelnerve herauspräparirt, so schneide man am Schenkelnerven dieser Seite, der durch die Empfindungswurzeln nichts mehr zum Rückenmark leiten kann, ein Stückchen mit der Scheere bei Vermeidung aller Erschütterung ab. Dabei wird keine Zuckung des ganzen Frosches eintreten. Schneidet man aber eben so an dem Schenkelnerven der andern Seite, dessen Empfindungswurzeln noch mit dem Rückenmark zusammenhängen, ein Stückchen mit der Scheere ab, so entsteht jedesmal eine Zuckung des ganzen Frosches, zum Beweise, dass die motorischen Nerven oder vorderen Wurzeln allein keine Reizung rückwärts zum Rückenmark, welche die allgemeine Zuckung bewirkt, fortleiten können, und dass zu dieser Rückwärtsleitung zum Rükkenmark nur die Empfindungsnerven fähig sind. Bei diesen äusserst wichtigen Versuchen muss man beim Schneiden der Nerven alle, auch die geringste Erschütterung vermeiden. Denn wenn man beim Schneiden des Schenkelnerven, dessen hintere Wurzeln resecirt sind, ungeschickt verfährt, so dass sich die Erschütterung mechanisch bis auf den Rumpf des Thieres fortpflanzt, so ruft das erschütterte Rückenmark sogleich eine Zuckung hervor. Dass hier die Erschütterung des Rückenmarks die Ursache ist, beweist der Umstand, dass selbst nach Durchschneidung des Nerven noch eine zerrende Erschütterung am Bein, die dem Rumpfe mitgetheilt wird, allgemeine Zuckungen erregt. Ich habe noch folgenden zweiten Versuch zur Lösung des Problems ausgedacht, aber noch nicht angestellt.

Es ist bekannt, dass die Iris in beiden Augen sich immer gleichzeitig bewegt, und dass der Reiz eines Auges hinreicht, um eine gleiche Veränderung in beiden Pupillen hervorzubringen. Es ist auch bekannt, dass das Licht nicht unmittelbar auf die Iris wirkt, sondern dass die gereizte Netzhaut auf das Gehirn wirkt, und die Zusammenziehung der Iris erst Folge der Rückwirkung vom Gehirn ist. Denn die für das Licht sonst unbewegliche Iris eines amaurotischen Auges wird noch bewegt, wenn das Licht auf das gesunde Auge wirkt. Es ist auch bekannt, dass der N. oculomotorius Bewegungsnerve für die Iris ist, wie Mayo gezeigt hat. Es fragt sich nun: wenn man den N. oculomotorius eines Auges reizt, wirkt diese Reizung rückwärts, wie im Sehnerven, auf das Gehirn, und erfolgt eine Verengung der Iris im Auge der anderen Seite? Dieser Versuch beruht übrigens auf der keineswegs wahrscheinlichen Voraussetzung, dass der N. oculomotorius keine Empfindungsfasern enthält.

Der zweite Theil der Frage, ob die Nervenwirkung in den Empfindungsnerven nur centripetal, nicht auch rückwirkend vom Gehirn und Rückenmark ist, liesse sich insofern auch für die blosse centripetale Wirkung entscheiden, als alle Empfindungen mit centripetalen Wirkungen verbunden sind. Es giebt aber auch Empfindungen, die sich vom Rückenmark bei Leidenschaften, Vorstellungen in der ganzen Länge der Nerven bis zu den Zehen fortzupflanzen scheinen. Allein diese liessen sich auch anders erklären. Es wurde gezeigt, dass die Empfindungsfasern aller Theile

eines Nerven im Stamme und in den Wurzeln enthalten sind, und dieser Stamm beim Druck dieselben Empfindungen hat, als die Aeste zusammen. Wenn also die Wurzeln der Nervenstämme eines Gliedes durch centripetale Nervenwirkung Eindruck auf das Rückenmark machen, so müssen die Empfindungen in dem Gliede zu seyn scheinen. Wenn ferner durch eine Ursache plötzlich die Empfindungskraft im Rückenmark verändert wird, durch Schreck, so machen die Fasern der Empfindungswurzeln einen anderen Eindruck als vorher, was als Empfindungen in den Gliedern gefühlt werden muss.

Eine vom Gehirn aus centrifugal in einem entschiedenen Empfindungsnerven erfolgende Erregung ist scheinbar die des Nervus lacrymalis in gewissen Leidenschaften und Vorstellungen. Wäre es gewiss, dass vom Nervus sympathicus keine Zweige mit dem Nervus lacrymalis, wie mit anderen Zweigen des Nervus trigeminus fortgehen, so wäre diess ein Beweis, dass auch die Empfindungsnerven Erregungen in jeder Richtung verbreiten. Es ist aber zu vermuthen, dass auch der N. lacrymalis graue Fasern erhält, da sie der ganze erste Ast bekömmt, wie früher gezeigt worden.

Eben so dürfte die Thatsache zu erklären seyn, dass noch andere Nerven, welche hauptsächlich der Empfindung dienen, einen offenbaren organischen Einfluss auf die Ernährung und Absonderung und selbst auf Bewegung haben, wie der N. vagus. Der N. vagus wird, wie E. H. Weber (*anat. nervi sympathici*) gezeigt hat, bei einigen Thieren zum grossen Theil selbst Vertreter des N. sympathicus, wie bei den Schlangen, wo er einen grossen Theil des Darmkanals versieht. Bei den Myxinoiden geht der vagus nach meinen Beobachtungen bis zum After und der sympathicus fehlt. Indem daher der N. sympathicus und der N. vagus sich gleichsam gegenseitig vertreten und beschränken können, scheint der Beweis geliefert zu seyn, dass in einem Empfindungsnerven nicht bloss retrograde Strömungen oder Schwingungen stattfinden können. Indess hat dieser Einwurf keinen grossen Werth; denn die organischen Wirkungen des N. vagus rühren doch höchst wahrscheinlich aus beigemischten organischen Fasern des N. sympathicus her, mit dem er sich so vielfach verbindet. Ueberhaupt enthält ein Nerve, der eine Strecke sich verbreitet, ganz andere Elemente, als bei seinem Ursprunge; die Natur kann auf seinem Wege noch viele andere Fasern ganz anderer Ordnung zu ihm gesellen. Ein lebhaftes Beispiel, wie ein motorischer Nerve von organischen Fasern begleitet wird, und wie die organische Wirkung von der motorischen verschieden seyn muss, haben wir an dem N. buccinatorius des Ochsen, der ein Büschel grauer organischer Fasern vom Ganglion oticum aufnimmt, die mit ihm hingehen, um sich wahrscheinlich in der Mundschleimhaut und den Wangendrüsen zu verbreiten. Hier sehen wir, dass für die motorische Strömung wie für die organische, verschiedene Leiter nothig sind; denselben Beweis können wir aber auch von den Empfindungsnerven führen.

Die Thatsache, dass die verschiedenen Sinnesnerven von demselben Reize qualitativ verschiedene Empfindungen haben, in-

dem mechanischer und galvanischer Reiz im Sehnerven Licht, im Gehörnerven Schall, im Gefühlsnerven Schmerz erregt, lässt sich weder zum Vortheil der einen, noch der andern Hypothese anwenden. Denn sie ist erklärbar, sowohl dadurch, dass die Sinnesnerven sich durch ihre Kräfte unterscheiden, als dass sie gleich sind und der Unterschied nach den Stellen des Gehirns entsteht, zu welchen sie hingehen. Doch ist es auffallend, dass manche Reize nur auf einzelne Nerven zu wirken im Stande sind. So wirkt das Lichtagens nur auf den Sehnerven und als erwärmend auf die Gefühlsnerven, nicht auf andere, und der Geruchsnerve scheint nicht durch andere Reize als Riechstoffe und Elektricität zu Gerüchen bestimmt zu werden.

Wie dem nun sey, es ist jedenfalls nicht sicher erwiesen, dass die sensibeln Fasern nur centripetale, die motorischen Fasern nur centrifugale Wirkungen haben. Ein Umstand besonders erregt zuletzt noch grösseres Bedenken. Es ist nämlich oben p. 639. bewiesen worden, dass zur Erhaltung der Reizbarkeit der motorischen Nerven, ihre Verbindung mit den Centraltheilen nothwendig ist; diess scheint für eine gleiche Abhängigkeit aller Nerven, auch der Empfindungsnerven, vom Gehirn und Rückenmark zu sprechen. In diesem Falle würden diese aber centrifugale Ausstrahlungen auf die Empfindungsnerven haben. Spätere, nach glücklichen Ideen angestellte Versuche oder neue Entdeckungen müssen darüber entscheiden, und wir dürfen uns jetzt nur darüber freuen, dass die Erörterung dieser wichtigen Frage, von deren definitiver Entscheidung viele andere abhängen, durch die oben mitgetheilten Beobachtungen wenigstens schon in das Gebiet der empirischen Physiologie gehört.

Lässt sich die erste Frage nicht sicher lösen, so lässt es sich noch weniger beweisen, dass centripetale und centrifugale Leiter einen continuirlichen Cirkel bilden., in welchem beständig das Nervenfluidum von den Centraltheilen nach den motorischen Nerven, von den peripherischen Enden der letzteren durch die sensibeln Nerven nach den Centraltheilen zurück stattfindet. Wohl könnte man sich das Leben beständig mit einer Circulation des Nervenfluidums verbunden denken; diese würde nur so unmerklich seyn, dass davon nur das unmerkliche beständige Spiel der Muskelfibern in der scheinbaren Ruhe, und das Gleichgewicht, welches sich die verschiedenen Muskeln halten, und wiederum das undeutliche Gefühl aller Theile in einem gesunden Menschen herrühre. Diese Hypothese von der Circulation des Nervenfluidums oder seiner Schwingungen in den beiden Classen der Leiter wird aber aus mehreren Gründen sehr unwahrscheinlich. Denn da viele Nerven bloss sensibel sind, so müssten diese der Circulation entbehren, oder man müsste wieder annehmen, dass in ihnen neben Empfindungsfasern auch eben so viele andere mit centrifugalen Wirkungen enthalten seyen, die nur deswegen keine Bewegungen hervorrufen, weil sie sich nicht in Muskeln endigen. Sieht man nun gar bloss auf die motorischen und sensibeln Nerven, welche durch Anastomosen der Bündel zusammenhängen, wie z. B. N. facialis und infraorbitalis, so konnen solche Anasto-

mosen noch weniger die Wege für einen Cirkel des Nervenfluidums darbieten. Denn erstens sind diese Anastomosen keine Verbindungen der Primitivfasern, und dann springt, wie Gaedechens Versuche zeigen, eine am N. facialis erregte Reizung nicht durch eine solche Anastomose auf den Stamm des N. infraorbitalis über, indem das peripherische Stück des durchschnittenen N. facialis, das zu einer solchen Anastomose gehört, gereizt keine Schmerzen verursacht. Aus Allem diesem geht hervor, dass eine regelmässige Circulation des Nervenfluidums vom Gehirn und Rückenmark durch die Nerven, und zu jenen zurück, sich nicht erweisen lässt und für jetzt sehr unwahrscheinlich ist.

## *V. Capitel.* Von den Gesetzen der Wirkung und Leitung in dem Nervus sympathicus.

Unsere Kenntniss von der Mechanik des N. sympathicus ist noch äusserst unvollkommen; kaum hat sich die Physiologie hier über die Aufstellung einiger Hypothesen erhoben, welche sich sämmtlich weder erweisen, noch entschieden widerlegen lassen. Der einzige Weg, hier ins Reine zu kommen, ist, die Thatsachen, welche wir von der Mechanik der Cerebrospinalnerven kennen, mit den Erscheinungen des N. sympathicus zu vergleichen und durch neue Beobachtungen zu untersuchen, in wie weit die Mechanik dieses Nerven von der der übrigen Nerven abweicht. Es fragt sich also: sind die Wirkungen der Fasern des N. sympathicus wie bei den Cerebrospinalnerven getrennt, oder können die einzelnen Fasern desselben durch ihre Wirkungen einander mittheilen, und ist vielleicht die Irradiation des motorischen Einflusses, und die Coincidenz der Empfindungen bei diesem Nerven das Normale? Sind die Ganglien Multiplicatoren des Nerveneinflusses und gleichsam kleine unabhängige Nervencentra, Radiationspunkte? Findet etwa in diesen Organen eine Reflexion des Nerveneinflusses in gewissen Richtungen statt? Sind die Ganglien die Ursachen, dass die Empfindungen undeutlich und vage werden, sind sie Organe der Irradiation oder der Vermischung der Empfindungen, oder sind sie Halbleiter, welche die Empfindungseindrücke in ihrer Wirkung auf das Gehirn und das Rükkenmark hemmen, und den Einfluss des Willens auf die dem N. sympathicus unterworfenen Theile abhalten? Oder sind die Ganglien des N. sympathicus vielleicht mehr dem organischen Einflusse des sympathischen Nerven bestimmt, kleine Nervencentra, von welchen der Nerveneinfluss für die Beherrschung der chemisch-organischen Vorgänge ausstrahlt? Findet in den organischen Nerven eine centripetale oder centrifugale, oder allseitige Wirkung von den gereizten Stellen aus statt? Alle diese Fragen lassen sich leider jetzt noch durchaus nicht bestimmt beantworten. Das einzige Sichere, was wir von den Wirkungen des N. sympathicus wissen, liegt zum Theil ausser der Beantwortung dieser Fragen, und namentlich können wir keine einzige der oben

berührten Hypothesen von den Ganglien des N. sympathicus weder bestimmt widerlegen noch beweisen.

Der Greuzstrang des N. sympathicus ist ohnstreitig für das ganze System des N. sympathicus wichtig, insofern in diesem die Wurzelfäden von Gehirn- und Rückenmarksnerven zur weitern Ausstrahlung gesammelt werden, indessen scheinen die einzelnen Verbindungsfäden zwischen den Knoten nicht absolut zur Thätigkeit des N. sympathicus nöthig zu seyn; wenigstens hat sich in v. Pommer's Versuchen an Thieren gezeigt, dass der N. sympathicus zwischen dem ersten und zweiten Halsganglion auf beiden Seiten durchschnitten seyn kann, ohne dass innerhalb 7—8 Wochen, wie lange die Thiere beobachtet wurden, irgend eine erhebliche Folge eingetreten wäre. v. Pommer, *Beiträge zur Natur- und Heilkunde. Heilbronn* 1831. Hieraus geht zugleich hervor dass der Kopftheil des N. sympathicus von dem Brusttheil ohne Nachtheil für das Leben isolirt seyn kann, indem der untere Halsknoten und der Brusttheil des N. sympathicus das ihnen von den Centraltheilen des Nervensystems zuströmende Nervenprincip mehr von den Spinalnerven, mit welchen sie in Verbindung stehen, als von den Cerebralnerven erhalten.

### I. Von den Wirkungen des N. sympathicus bei den unwillkührlichen Bewegungen.

*I. Alle dem N. sympathicus unterworfenen Theile sind keiner willkührlichen Bewegung fähig.* Das Herz, der Darmkanal, die Ausführungsgänge der Drüsen, der Uterus, die Samenbläschen liefern hierzu die Beispiele. Es scheint sogar auf den ersten Blick, dass wenn ein Cerebrospinalnerve sich vielfach mit dem N. sympathicus verbindet, er seinen willkührlichen Einfluss verliert, wie diess z. B. von dem untern Theile des Nervus vagus angeführt werden könnte. Die Speiseröhre ist nur unwillkührlich beweglich, obgleich der Schlund willkührlich bewegt werden kann. Indess ist es zweifelhaft, ob die motorischen Nerven der Speiseröhre vom N. vagus selbst kommen. Die Urinblase erhält zweierlei Nerven, Zweige von den Sacralnerven und vom Plexus hypogastricus. Diess stimmt mit ihren Lebenseigenschaften. Der Einfluss der Willkühr auf dieses Organ ist sehr gering.

Auf der andern Seite sind alle Muskeln, welche von Cerebrospinalnerven allein versehen werden, auch der willkührlichen Bewegung fähig. Die kleinen Muskeln des Ohres können wenigstens von einzelnen Menschen, wie von mir, willkührlich bewegt werden. Der Musculus cremaster, ein Fortsatz des Musculus obliquus internus und transversus, kann auch von Einigen willkührlich bewegt werden, obgleich sehr Viele darauf keinen Einfluss haben.

*II. Die von dem N. sympathicus versehenen Theile bewegen sich in schwächerem Grade noch fort, wenn sie aus ihren natürlichen Verbindungen mit dem übrigen sympathischen System und aus dem ganzen Organismus entfernt sind.* Das Herz schlägt, aus dem Organismus entfernt, noch lange Zeit fort, bei Amphibien stunden-

lang; der Darmkanal setzt ausgeschnitten seine peristaltischen Bewegungen fort. Man sah den ausgeschnittenen Eierleiter einer Schildkröte seinen Inhalt noch austreiben.

*III. Daher haben alle vom N. sympathicus versehenen beweglichen Theile eine gewisse Unabhängigkeit von dem Gehirn und Rükkenmark.* Wie weit diese geht, ist schon im I. Buch p. 193. untersucht worden. Als Hauptresultat können wir hier erwähnen, dass nicht allein das Herz nach Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes noch lange schwach schlägt, sondern dass es auch constatirte Fälle von Embryonen giebt, bei welchen sowohl das Gehirn als das Rückenmark während des Lebens im Ei langsam zerstört worden sind. Siehe Eschricht *über Gesichtsverdoppelung mit Mangel von Gehirn und Rückenmark.* Mueller's *Archiv.* 1834. *p.* 268. Vergl. oben p. 196.

*IV. Gleichwohl sind die Centralorgane des Nervensystems eines activen Einflusses auf die sympathischen Nerven, und ihre motorische Kraft fähig.* Aus den Versuchen von Wilson und anderen, welche p. 195. angeführt sind, ergiebt sich, dass die Bewegungen der vom N. sympathicus versehenen Theile zwar nach plötzlicher Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes nicht sogleich aufhören, dass man aber doch bei unversehrtem Gehirn und Rückenmark durch Verletzung und Reizung derselben auf die Art und Schnelligkeit des Herzschlages einwirken kann; wie denn Wilson Philip durch Auftröpfeln von Weingeist und Tabaksinfusum auf das Gehirn der Thiere die Bewegungen des Herzens beschleunigt haben will. S. oben p. 194. Viel augenscheinlicher ist die Wirkung der Leidenschaften.

*V. Nach den Versuchen von* Philip *haben auch nicht einzelne Theile des Gehirns und Rückenmarkes allein auf einzelne Theile des sympathischen Systems und der von ihm abhängigen Bewegungen, wie des Herzens, Einfluss, sondern das Gehirn und das ganze Rückenmark oder jede Strecke desselben können die Bewegungen des Herzens verändern.* Die Reizung gewisser Theile des Rückenmarkes bedingt zunächst nur die Bewegungen gewisser willkührlicher Muskeln, welche gerade dorther ihre Nerven erhalten; bei den unwillkührlichen Bewegungen scheint aber jeder Theil des Rückenmarkes auf den Gangliennerven wirken zu können. Die Erklärung dieses Unterschiedes, der übrigens noch nicht hinlänglich festgestellt ist, könnte eine doppelte seyn. Man kann nämlich entweder das Rückenmark oder den Gangliennerven selbst als Ursache der Irradiation ansehen. Im ersten Falle bleiben die Fasern des Gangliennerven, welche zum Herzen gelangen, ohne Wechselwirkung mit den Nervenfasern anderer Theile und die Verbreitung der Irradiation findet im Rückenmark selbst statt, so dass von da aus die Nervenfasern verschiedener Theile in Mitaffection gesetzt werden. Im zweiten Falle werden die Ganglien als Ursache der Wechselwirkung angesehen. Wir müssen uns gestehen, dass wir über diese wichtigen Fragen noch gar keine sicheren directen Versuche haben.

Ich galvanisirte den N. splanchnicus eines Kaninchens, den ich durchschnitten, an dem peripherischen Ende, welches ich auf

einer Glasplatte isolirt hatte, mit einer Säule von 65 Plattenpaaren. Hierbei entstanden vermehrte peristaltische Bewegungen des Darms, woraus sich schliessen liesse, dass dieser Nerve auf den ganzen Darmkanal und nicht auf einen einzelnen Theil desselben influirt. Derselbe Erfolg trat ein, als ich bei Kaninchen, deren Darmkanal blossgelegt war, und bei denen die peristaltischen Bewegungen des Darms, die sich anfangs an der Luft verstärken, schon sehr matt geworden waren, das Ganglion coeliacum mit Kali causticum betupfte. Die Bewegung des Darms wurde sogleich sehr lebhaft.

*VI. Die Zusammenziehungen der Organe, welche von dem N. sympathicus abhängen, sind auf die Reizung ihrer selbst oder ihrer Nerven keine vorübergehende und momentane Zusammenziehungen, sondern entweder länger dauernde Contractionen, oder länger dauernde Modificationen der gewöhnlichen rhythmischen Zusammenziehungen, daher die Reaction gegen den Reiz hier entschieden länger dauert, als die kurze Einwirkung des Reizes selbst.* Die Bewegung des Nervenprincips ist also im N. sympathicus langsamer und messbar. Reizt man den Darm bei einem geöffneten Thiere an einer Stelle chemisch, mechanisch, galvanisch, so tritt die Zusammenziehung ganz allmählig ein, und oft in ihrer ganzen Stärke, wenn die Ursache längst zu wirken aufgehört hat. Bei dem Herzen geschieht dasselbe, was am Darm, auf andere Art: statt einer anhaltenden, nicht periodischen Zusammenziehung bewirkt ein vorübergehender Reiz eine anhaltende Reihe periodischer Schläge. Das Herz ist gegen mechanischen wie galvanischen Reiz reizbar. A. v. Humboldt und auch ich haben am Herzen der Frösche auf den galvanischen Reiz Zuckung eintreten gesehen, dagegen wirkt der Galvanismus nicht immer augenblicklich auf Zusammenziehung des Herzens, sondern verändert oft nur die Zahl der folgenden Schläge im Allgemeinen. Auch der mechanische Reiz bewirkt an einem langsam schlagenden Herzen nicht immer sogleich eine Zusammenziehung, sondern oft erst nach einigen Secunden; er wirkt aber offenbar, wie man sieht, wenn das ausgeschnittene Herz eines Frosches lange nicht geschlagen hat. Es ist also hier derselbe Fall, wie im Darmkanal, die Zusammenziehung beginnt oft erst einige Zeit nach der Reizung und dauert länger als die Reizung. Was aber das Herz auszeichnet ist, dass ein vorübergehender Reiz nicht eine anhaltende Zusammenziehung des Herzens wie des Darmes hervorbringt, sondern die ganze Reihe der folgenden Pulsationen verändert. Wenn das Herz eines Thieres lange Zeit alle 4—5 Secunden geschlagen hat, so schlägt es nach Anwendung eines vorübergehenden Reizes lange Zeit nach einer andern Periode, z. B. alle Secunden oder alle zwei Secunden, und wenn es ganz zu schlagen aufgehört hat, so bewirkt ein vorübergehender Reiz, dass es nicht Ein Mal, sondern viele Mal in einer gewissen Periode sich zusammenzieht. Es ist also hier durchaus wie bei anderen musculösen Theilen, die vom N. sympathicus abhängig sind, z. B. dem Darm, mit dem Unterschied, dass die anhaltende Reaction auf vorübergehende Reize beim Darm, Ductus choledochus, Sphincter vesicae sich nicht in

periodische Zuckungen theilt, sondern zusammenhängend ist, beim Herzen dagegen sich auf periodische Zuckungen vertheilt, und darin die Perioden verändert. Dasselbe hat statt, wenn man die Reize nicht auf die Muskeln selbst, sondern auf den N. sympathicus anwendet. Als man bei einem geöffneten Thiere, nachdem die Pulsationen des Herzens langsamer geworden, den N. cardiacus magnus galvanisirte, so wurden die Pulsationen schneller, aber dieser neue Typus der Pulsationen dauerte über die Reizung fort. Diess haben A. v. Humboldt und Burdach beobachtet. Als ich den N. splanchnicus in dem erwähnten Versuche beim Kaninchen reizte, dauerte die schnelle und stärkere Bewegung aller Gedärme sehr lange Zeit fort, nachdem die Reizung nur vorübergehend war.

*VII. Die letzte Ursache der unwillkührlichen Bewegungen und die Ursache ihres Typus liegt weder in dem Gehirn noch Rückenmark, sondern in dem N. sympathicus selbst; aber diese Bewegungen behalten ihren Character, auch ohne den Einfluss der Ganglien, selbst wenn der N. sympathicus an einem Organe bis auf die in dem Organe selbst sich verbreitenden Zweige entfernt ist, deren Wechselwirkung mit den Muskelfasern allein zur Unterhaltung jener Bewegungen hinzureichen scheint.* Bekanntlich zieht sich das Herz eines Thieres auch ausgeschnitten und blutleer immer noch rhythmisch zusammen; diese Bewegungen dauern am ausgeschnittenen Froschherzen noch Stundenlang; woraus allein hervorgeht, dass die Ursache dieses Rhythmus nicht in dem abwechselnden Ein- und Ausströmen des Blutes gelegen seyn kann, sondern dass sie in dem Organe selbst liegt. Da nun in allen anderen beweglichen Theilen die Bewegung des Muskels immer von der Innervation desselben abhängt, auch die Bewegkraft der Muskeln nach meinen und Sticker's Versuchen mit der Reizbarkeit der Nerven verloren geht (p. 639.), so folgt, dass die letzte Ursache des Rhythmus, der rhythmischen Bewegungen der Herzkammern und Vorhöfe, und der abwechselnden peristaltischen Bewegungen der Gedärme, von der Wechselwirkung der sympathischen Nerven und der musculösen Theile, und von einer periodisch wirkenden Ausströmung des Nervenprincips in dem N. sympathicus abhängt. Man könnte sich auch die Wirkung der Nerven hierbei perennirend, die Reaction der Muskeln aber periodisch vorstellen, insofern die Reizbarkeit der Muskeln für den Strom des Nervenprincips durch ihre Zusammenziehung verändert würde (vergl. p. 52.); allein diese Erklärung würde gewiss unrichtig seyn; denn man sieht nicht ein, warum das Herz seine Empfänglichkeit für einen perennirenden Strom des Nervenprincips jeden Augenblick verlieren und wieder gewinnen soll, da doch die willkührlichen Muskeln diese Reizbarkeit bei einer sehr lange dauernden Bewegung so lange für den continuirlichen Strom behalten.

Daraus, dass abgeschnittene, unwillkührlich bewegliche Theile, wie Herz, Darmkanal, den Typus ihrer rhythmischen oder peristaltischen Bewegung fortsetzen, sieht man deutlich, dass dieser Typus vom Gehirn und Rückenmark unabhängig ist, und wir haben so eben bewiesen, dass er in dem N. sympathicus selbst

liegt. Nun liegt uns ob, den zweiten Theil des oben aufgestellten Satzes zu beweisen, dass die Stammtheile des N. sympathicus und die Ganglien zur Erhaltung dieses Typus auch nicht nöthig sind, sondern dass auch die letzten Verzweigungen des N. sympathicus noch die Fähigkeit haben, diesen Typus der unwillkührlichen Bewegungen zu reguliren. Es ist gar nicht nöthig, dass die Stämme der N. cardiaci zur Unterhaltung der Bewegungen des Herzens vorhanden seyen; das Herz des Frosches schlägt noch periodisch fort, selbst wenn man die ganze Basis, die Vorhöfe bis auf die Kammer abgeschnitten hat. Eben so dauern die peristaltischen Bewegungen des Darmkanals nicht allein fort, wenn man den Darm mit sammt dem Mesenterium und den gangliösen Nervenplexus von dem Rumpfe trennt, sondern auch, wenn man den Darm selbst von diesem Plexus isolirt, indem man ihn dicht an der Insertion des Mesenteriums abschneidet. In diesem Falle sind nur die peripherischen inneren Verzweigungen des N. sympathicus an dem Herzen und Darm noch übrig, und dennoch bewegen sich diese Organe mit ihrem gewöhnlichen Typus geraume Zeit fort.

*VIII. So gewiss indess nach diesen Beobachtungen die äussersten und kleinsten Theile des N. sympathicus die Bewegungen der unwillkührlichen Theile noch reguliren können, so haben doch sowohl das Gehirn und Rückenmark, als die Ganglien selbst im gereizten Zustande den grössten Einfluss auf den Modus dieser Bewegungen; so lange die Organe noch durch Nervenverbindung mit jenen zusammenhängen. Gehirn und Rückenmark sind aber als die letzten Quellen auch der Thätigkeit des N. sympathicus anzusehen, wenn diese sich nicht erschöpfen soll.* Denn bekanntlich verändert sich der Herzschlag bei jeder Leidenschaft, und die Bewegungen des Darmkanals werden bei Irritation des Rückenmarks ebenfalls verändert; auch sind die Centralorgane des Nervensystems für die unwillkührlich beweglichen Theile als für die Dauer nothwendige Quellen des Nervenprincips anzusehen; indem bei Lähmungen des Rückenmarkes auch die Beweglichkeit des Darmkanals abnimmt, und Trägheit desselben eintritt. Aber auch die Reizung der Ganglien selbst wirkt auf alle von ihnen aus zu den unwillkührlich beweglichen Theilen hingehenden Nerven, wie folgende Versuche beweisen. Ich habe schon oben erwähnt, dass ich durch Galvanisiren des durchschnittenen N. splanchnicus eines Kaninchens an dem zum Ganglion coeliacum gehenden Stück, welches auf einer Glasplatte lag, vermehrte Bewegung des ganzen Darmkanals hervorbrachte. Diesem Versuch könnte man den Vorwurf machen, dass das galvanische Fluidum von 65 Plattenpaaren viel zu stark war, und dass er deswegen durch die thierischen Theile als durch blosse nasse Leiter bis auf den Darm selbst überspringen konnte, so dass man nicht viel mehr gethan, als wenn man den Darm selbst galvanisirt hätte. Indessen habe ich andere Versuche angestellt, welche ganz entscheidende Resultate gaben. Ich legte bei einem Kaninchen den ganzen Darmkanal bloss, und zu gleicher Zeit das Ganglion coeliacum. Sobald der Darmkanal eines Thieres der atmosphärischen

Luft ausgesetzt ist, werden seine Bewegungen sehr lebhaft; diess dauert eine ganze Zeit, allmählig nehmen sie wieder ab, bis sie ganz schwach werden. Diesen Moment wartete ich ab. Ich betupfte dann das Ganglion coeliacum mit einem Stückchen Kali causticum, worauf sogleich die peristaltischen Bewegungen des Darmkanals wieder lebhaft wurden. Dieser Versuch gab mir bei Wiederholung dasselbe ganz unzweideutige Resultat. Also sind die Ganglien fähig, im Zustande der Reizung das Nervenprincip bis zu den feinsten Verbreitungen des N. sympathicus in beweglichen Theilen in Thätigkeit zu setzen; obgleich die Thätigkeit dieser Theile im Allgemeinen fortdauert, wenn die Ganglien entfernt sind.

*IX. Aus den bisherigen Thatsachen geht hervor, dass der N. sympathicus durch die Centraltheile des Nervensystems, Gehirn und Rückenmark, als Quellen des Nervenprincips gleichsam geladen werden kann, dass er aber, einmal geladen, seine Ladung mit dem Nervenprincip behält, und fortfährt, dasselbe nach seiner gewöhnlichen Thätigkeit auszuströmen, auch wenn die fernere Ladung vermindert würde, und erst von einer gewissen Zeit an sich kräftiger erneuerte. Woraus ein Theil der Phänomene des Schlafs erklärlich wird.* Während das Sensorium commune im Schlafe grossentheils unthätig wird, fährt die Bewegung des Herzens, Darmkanals wenig oder gar nicht verändert fort. Denn die von dem N. sympathicus abhängigen Theile sind von einer theilweisen und vorübergehenden Ruhe des Sensoriums nicht abhängig, so lange sie noch gleichsam mit Nervenprincip geladen sind. Im Gegentheil scheint sich die Ausstrahlung des Nervenprincips von den Centraltheilen her dem sympathischen Theile des Nervensystems um so mehr zuzuwenden, als die Verwendung desselben für die Thätigkeit der Sinne und der Seelenoperationen während des Schlafes aufhört. Auch in der Ohnmacht wird zwar die Thätigkeit des Herzens geschwächt, aber sie erhält sich in viel höherem Grade, als die aller von Cerebrospinalnerven versehenen Theile. Hier zeigt sich also etwas, was sich noch an dem ausgeschnittenen Herzen und Darm, nur geringer, eine Zeit lang offenbart. Verliert aber das Gehirn und Rückenmark zu sehr die Fähigkeit, Quelle des Nervenprincips zu seyn, ist keine Erholung in grösseren Zwischenräumen mehr möglich, so kömmt auch das sympathische System in den Fall, in welchen das System der Cerebrospinalnerven täglich einmal, nämlich im Schlafe, verfällt; dann entsteht eine Erschöpfung, welche gleichsam nicht durch fernere Ladung mehr ausgeglichen werden kann; so entsteht jener, den Tod verkündende, häufige, schwache, kaum fühlbare Puls, am Ende der acuten Krankheiten. Vergl. Wilson Philip *Philos. transact.* 1833. 1. Mueller's *Archiv für Anat. und Physiol.* 1834. 137.

*X. Die örtliche Application der Narcotica auf den N. sympathicus wirkt nicht narcotisirend in die Ferne auf die unwillkührlich beweglichen Organe; aber die letzteren können durch die Narcotisation der feinsten, in ihnen selbst sich verbreitenden Fasern des N. sympathicus paralysirt werden.* Diess Verhältniss ist ganz wie bei den übrigen oder Cerebrospinalnerven, indem die örtliche Appli-

cation eines Narcoticums hier gerade so weit, und nicht weiter wirkt, als es den Nerven berührt, wo es die Reizbarkeit desselben aufhebt. Indessen zeigt sich doch hier, und zwar bei dem Herzen, noch ein ganz merkwürdiges und bis jetzt nicht erklärliches Verhältniss zwischen der äussern und innern Oberfläche des Organes. Applicirt man nämlich ein Narcoticum, wie Opium purum oder Extractum nucis vomicae, auf die äussere Oberfläche des Herzens, so scheint diess sehr wenig oder gar nicht, wenigstens erst sehr allmählig zu wirken; die rhythmischen Bewegungen des ausgeschnittenen Froschherzens dauern darauf sehr lange fort; bringt man aber ein wenig Opium oder Extractum nucis vomicae mit der innern Wand der Herzkammer in Berührung, so steht das Herz sogleich für immer still, öfter schon nach einigen Secunden. Diess ist eine von Henry (*Edinb. med. and surg. Journal.* 1832.) entdeckte Thatsache, welche ich öfter am Froschherzen bestätigt habe. Diese Thatsache ist auch ein neuer Beweis, dass die Bewegungskraft der Muskeln von ihrer Wechselwirkung mit den Nerven abhängt, und ihnen ohne die Nerven nicht eigen ist. Wir haben hier den Fall, dass wir die Muskelkraft der oberflächlichen Schichten des Herzens durch Narcotica nicht leicht paralysiren können, während wir durch Application des Giftes von innen mit den inneren Muskelschichten auch die äusseren tödten; eine Wechselwirkung, welche nicht von den Muskelfasern selbst, sondern von den Nervenfasern ableitbar ist. Diese schnelle Wirkung des narcotischen Giftes ist auch nicht davon erklärbar, dass das Gift von innen schnell durch die Wände des Herzens durchdringe. Denn wenn man die Vorhöfe des Froschherzens ganz abgeschnitten, wie ich that, und nun in die offene Kammer ein wenig Gift bringt, so muss dasselbe bei der nächsten Zusammenziehung eher ausgetrieben werden als tiefer eindringen, was ohnehin nicht durch Gefässe geschehen kann. Uebrigens erklärt jene merkwürdige Beobachtung wohl auch die Schnelligkeit der narkotischen Vergiftung, wenn ein Gift einmal mit dem Blute bis zum Herzen gekommen ist.

*XI. Die Gesetze der Reflexion, welche im III. Capitel von den Cerebrospinalnerven aufgestellt wurden, gelten auch von den sympathischen Nerven, d. h. heftige Empfindungseindrücke in den, vom N. sympathicus versehenen Theilen können, auf das Rückenmark verpflanzt, Bewegungen in den von Cerebrospinalnerven versehenen Theilen hervorbringen.* So entstehen die Zuckungen bei Reizungen im Darmkanal der Kinder, indem die Reizung von dem N. sympathicus auf das Rückenmark, und von diesem auf die Cerebrospinalnerven reflectirt wird. Es gehören ebenfalls hieher die das Erbrechen begleitenden Krämpfe der Athemmuskeln, sofern das Erbrechen von Reizen im Darmkanal in den Nieren, im Uterus u. s. w. erregt wird. Dieselbe Entstehung haben alle krampfhaften Zufälle, welche ihre Ursache in örtlichen Fehlern der Organe des Unterleibes haben. Es lässt sich aber auch diese Reflexion durch Versuche erweisen. Ich habe nämlich beim Kaninchen schon mehrmals beobachtet, dass man durch Zerrung des mit der Pincette aufgehobenen N. splanchnicus mit der Na-

del, reflectirte Zuckungen der Bauchmuskeln derselben Seite bewirken kann. Ein Versuch, der mir wiederholt beim Kaninchen, nicht aber beim Hunde gelang. Volkmann beobachtete an geköpften Fröschen ausgebreitete Reflexbewegungen am Rumpfe, nach Reizung der Eingeweide.

*XII. Die Reflexion von Empfindungseindrücken in den vom N. sympathicus versehenen Theilen auf Rückenmark und Gehirn, und von dort auf die motorische Thätigkeit des N. sympathicus, findet auch statt, allein in einem geringeren Grade, als bei den Cerebrospinalnerven.* Ein Beispiel davon ist der Harndrang, die Nothwendigkeit, öfter Harn zu lassen, oder die Zusammenziehungen der Harnblase von scharfen Eigenschaften des Harns; denn hier wirkt die Schärfe nicht auf die Muskelfasern der Harnblase, sondern zunächst nur auf die Empfindungsnerven der Schleimhaut. Es gehört ferner hieher die Veränderung der Weite der Pupille bei verschiedenen Krankheitszuständen des Darmkanals, die Veränderung des Herzschlages bei Krankheiten der Unterleibsorgane. Man hat alle diese Phänomene auch aus einer sympathischen Wirkung des N. sympathicus selbst, ohne Antheil des Gehirns und Rückenmarks erklärt; da jedoch alle ähnlichen Erscheinungen an dem Cerebrospinal-Nervensystem zur Vermittelung der sensoriellen und reflectirten motorischen Wirkung die Centralorgane, Gehirn und Rückenmark, nöthig haben, so ist es vor der Hand wahrscheinlicher, dass das Gehirn und Rückenmark auch bei den Reflexionserscheinungen in den vom N. sympathicus versehenen Theilen die Vermittelung zwischen der sensoriellen-centripetalen und motorischen-centrifugalen Wirkung bilden. Vergleicht man die Reflexionserscheinungen in den Cerebrospinalnerven mit denen, bei welchen die ursprüngliche und reflectirte Erregung in den vom N. sympathicus versehenen Theilen stattfindet, so zeigt sich, dass sie in den ersteren viel lebhafter und leichter eintreten, als in den letzteren. Denn wie häufig, schnell und leicht sind diese Erfolge beim Husten, Niesen, Erbrechen u. s. w., wie gross die Zahl der hieher gehörigen, oben erläuterten Erscheinungen gegen die Reflexionserscheinungen im N. sympathicus. Auch der Umstand, dass Darmentzündungen nicht so leicht und stark, als Entzündungen anderer mit Cerebrospinalnerven versehener Theile den Puls, d. h. Herzschlag verändern, scheint dafür zu sprechen, dass die Reflexion vom sympathischen Nerven zum Rückenmark, und wieder zum sympathischen Nerven schwerer ist, als die ähnliche Reflexion beim Cerebrospinal-Nervensystem, oder die erstere Thatsache wird durch die letztere erläutert. Versuche über diesen Gegenstand lassen sich schwer anstellen, und diejenigen, welche ich angestellt habe, zeigen wenigstens keine besondere Neigung der vom N. sympathicus versehenen Theile zur sensoriell motorischen Reflexion im N. sympathicus selbst. Ich legte den Darmkanal eines lebenden Kaninchens bloss, und erregte, indem ich um eine Stelle des Dünndarms eine feste Ligatur anlegte, eine heftige sensorielle Erregung, worauf ich den Darm wieder in die Unterleibshöhle zurückbrachte. Ich wollte nun sehen, ob diess Ur-

sache würde, dass durch Reflexion vom Rückenmark nach der Umgegend jener Stelle hin, eine enge Zusammenziehung des Darms zu beiden Seiten der Ligatur bis in einige Entfernung hin erfolge. Diess geschah aber nicht, auch nicht, als ich diesen Versuch wiederholte. VOLKMANN's Versuche zeigen aber, dass wenn ein geköpfter Frosch sich in der allgemeinen Disposition zur Reflexion befindet, auch in der genannten Weise eine Reaction eintritt. Reizung des Darmkanals durch Kneipen bewirkte in diesem Falle Zusammenziehung des Darms nicht bloss an der gereizten Stelle, sondern die Contraction verbreitete sich von der gereizten Stelle aus weiter, bald aufwärts, bald abwärts am Damm, über eine mehr oder weniger lange Strecke. Ist das Rückenmark zerstört, so erregt Kneipen der Därme allerdings nur locale Zusammenziehungen.

*XIII. Auch die Reflexion von Wirkungen, die von den Cerebrospinalnerven ausgehen, auf das Rückenmark verpflanzt, von dort auf das sympathische Nervensystem reflectirt werden, ist eine ziemlich häufige Erscheinung.* Als Beispiele solcher Wirkungen kann man hier anführen, die bei heftigen wollüstigen oder schmerzhaften Empfindungen der Haut entstehende Veränderung des Herzschlages; die Bewegung der Iris von Empfindungseindrücken durch den Sehnerven, Gehörnerven, N. trigeminus, wovon das Nähere p. 728. angeführt worden; die Zusammenziehung der Samenbläschen von Reizung der Gefühlsnerven der Ruthe.

*XIV.* Es entsteht nun die Frage: *Ob in dem N. sympathicus, vermöge der Ganglien, nicht auch unabhängig vom Gehirn und Rückenmark Reflexionserscheinungen möglich sind.* Diese interessante Frage lässt sich jetzt noch nicht bestimmt beantworten. Wäre diese Art von Reflexion möglich, so würden die sympathischen Nerven von den Cerebrospinalnerven eine merkwürdige Ausnahme machen, und durch die gangliöse Natur jener Nerven wäre eine Wechselwirkung der sensoriellen und motorischen Fasern möglich, die bei den Cerebrospinalnerven ohne Vermittelung des Gehirns und Rückenmarks niemals stattfindet. Bei den von Cerebrospinalnerven versehenen Muskeln eines vom Rumpfe getrennten Gliedes, zuckt von dem gereizten Muskel jedesmal nur der eben gereizte Theil desselben, und nicht der ganze Muskel und nicht eine Muskelfaser in ihrer ganzen Länge. Die Frage ist also die, ob man z. B. an einem, mit dem Mesenterium und den gangliösen Plexus ausgeschnittenen Darmkanal eines lebenden Thieres durch Reizung einer einzelnen Stelle Zusammenziehungen in einigem Umfange, Zusammenziehung eines ganzen Darmstückes hervorbringen kann. Diess ist aber nicht möglich. Jedesmal zieht sich nur der gereizte Theil des Darms zusammen; ja es verbreitet sich eine, durch Quetschung mit der Pincette an einem Punkte des Darms angebrachte Reizung, nicht einmal cirkelförmig, wie ein Ring um das ganze Rohr, sondern es entsteht eine ganz beschränkte Einziehung der Darmwand an jenem Punkte, während die entgegengesetzte Stelle der Darmwand ganz platt und ruhig bleibt. Diess habe ich nicht allein am Darmkanal wiederholt gesehen, sondern auch am Uterus eines trächtigen

Kaninchens in gleicher Art beobachtet. Jedesmal entstand an der gereizten Stelle des Uterus eine kleine harte Zusammenziehung der nächsten Muskelfasern gegen den einen Punkt hin, aber der ganze übrige Uterus blieb ruhig. Volkmann hat diese Versuche an Fröschen wiederholt und dasselbe Resultat erhalten. Daher spricht er den Ganglien die Fähigkeit zur Vermittelung der Reflexionserscheinungen ebenfalls ab. Er stützt sich besonders auf die an geköpften Fröschen, die in der Disposition zur Reflexion waren, angestellten Versuche. War das Rückenmark noch vorhanden, so bewirkte das Kneipen des Darms an einer Stelle ausgebreitete Zusammenziehungen des Darms; war hingegen das Rückenmark zerstört, so war die Reaction auf die Stelle der Reizung beschränkt.

Beim Herzen ist die Sache weniger klar und es scheint, als wenn am ausgeschnittenen Herzen die Reizung einer einzigen Stelle sich auf das ganze Herz verbreiten könnte. Wenn man das Herz eines Frosches ausschneidet und auf dem Tische so lange liegen lässt, bis sich die Häufigkeit der Schläge sehr vermindert hat, und nur von Zeit zu Zeit eine Zusammenziehung eintritt, ist der Zeitpunkt gekommen, wo man Untersuchungen über die Reizbarkeit des Herzens anstellen kann. Reizt man dann das Herz mechanisch mit einer Nadel, so erregt man eine Zusammenziehung, die man nun nicht mehr mit den zum gewöhnlichen Rhythmus gehörenden Zusammenziehungen verwechselt. Es ist nun sehr merkwürdig, dass, wo man auch den mechanischen Reiz auf das Herz anbringe, die Reaction doch immer so ist, als ob man das ganze Herz gereizt hätte. Es erfolgt nämlich nicht eine Zuckung der gereizten Stelle des Herzens, sondern des ganzen Herzens. Es scheint daraus hervorzugehen, dass sich im Herzen die örtliche Veränderung der Reizbarkeit durch den Reiz mit dem Zustande der Reizbarkeit des ganzen Herzens ins Gleichgewicht setzt, so dass man von jedem Punkte des Herzens gleichsam die Statik in der Vertheilung der Kräfte des Herzens verändern kann. Wie man diese Erscheinung zu betrachten habe, ist noch nicht ganz klar. Ganglien konnen daran jedenfalls keinen Antheil haben, da das Phänomen auch an dem ganz isolirten Herzen eintritt. Vielleicht wirkt die Erschütterung zur Mittheilung der Bewegung mit.

*XV. Es ist noch ganz unbekannt, ob der N. sympathicus sympathische Bewegungen von der Reizung eines Organes aus in einem andern hervorrufen kann;* weil sich nämlich alle hieher gehörigen Erscheinungen auch durch die Vermittelung des Gehirns und Rückenmarkes, oder durch das im 3. Capitel erläuterte Phänomen der Reflexion erklären lassen.

*XVI. Es ist nicht erwiesen, und mehrere Beobachtungen sprechen dagegen, dass die Ganglien als Isolatoren im Stande sind, den vom Gehirn und Rückenmark ausgehenden motorischen Einfluss zu hemmen.* Ich bemerke, dass hier nicht von willkührlichem, sondern von motorischem Einfluss im Allgemeinen die Rede ist. Jeder weiss, wie leicht und schnell eine Veränderung in den Centralorganen des Nervensystems auf das ganze sympathische System

wirkt, wie schnell eine leidenschaftliche Aufregung den Schlag des Herzens umändert, Bewegungen des Darmkanals mit Kollern hervorruft; wie ein Nervenanfall, bei dem die Centralorgane des Nervensystems afficirt waren, mit Kollern im Darmkanal endigt. Wir werden später sehen, dass die Ganglien auch keine Isolatoren für retrograde oder centripetale Wirkungen im N. sympathicus sind. Nur diess zeigt sich überall, dass der motorische Einfluss der Centralorgane des Nervensystems auf den sympathischen Nerven wirkend, nicht jene schnellen, der Dauer des Reizes entsprechenden Zuckungen hervorbringen kann, wie bei den Wirkungen auf die Cerebrospinalnerven, sondern, dass durch den motorischen Einfluss des Gehirns und Rückenmarkes mehr nur der Zustand, der Modus einer anhaltenden Reihe von Bewegungen verändert wird. Indessen besitzen doch nicht bloss die Ganglien, sondern der ganze N. sympathicus, auch die feineren Nervenzweige desselben die Fähigkeit, schnelle Einwirkungen auf die dem N. sympathicus unterworfenen Theile so zu modificiren, dass nicht Zuckungen, sondern länger dauernde Veränderungen des Modus der Bewegung eintreten, wie oben bewiesen worden. Denn an dem abgeschnittenen ermatteten Herzen kann man durch einen momentanen Reiz auf eine geraume Zeit die Art des Herzschlages verändern, und der abgeschnittene Darm zieht sich auf angebrachten Reiz viel länger, als dieser dauert, zusammen, und erreicht den höchsten Grad der Contraction erst lange nachdem ein momentan wirkender Reiz aufgehört hat.

*XVII. Es ist nicht entschieden, dass die Hemmung des Willeneinflusses auf die vom N. sympathicus versehenen Theile, von der Natur der Ganglien abhängt.* Dieser Satz bedarf keines weitern Beweises, da uns keine hinreichenden Gründe für die erste Ansicht bekannt sind. Ich muss jedoch bemerken, dass es im Allgemeinen viel wahrscheinlicher ist, dass die Ganglien nicht die Ursache der Isolation des Willenseinflusses sind. Denn da sie, wie vorher bewiesen wurde, den motorischen Einfluss auf das sympathische System nicht isoliren, sondern das ganze sympathische System (nicht bloss die Ganglien) diesen Einfluss allmähliger und dauernder wirkend macht, so könnte ein vom Willen ausgehender motorischer Einfluss der Centralorgane auf den N. sympathicus so gut, wie aller motorischer Einfluss kein absolutes Hinderniss in den Ganglien des N. sympathicus finden. Es scheint daher, dass die Unfähigkeit zu willkührlichen Bewegungen in allen vom N. sympathicus versehenen Theilen nicht von dem N. sympathicus und den Ganglien abhängt, sondern dadurch bedingt ist, dass die Fasern des N. sympathicus im Rückenmark und Gehirn nicht, wie die Fasern anderer Nerven, bis zu der Quelle des Willenseinflusses gelangen. Die dem N. sympathicus unterworfenen Theile gleichen daher in Hinsicht des Mangels der Willensbestimmung einigermassen den für den Willen gelähmten, willkührlich beweglichen Theilen. Hier kann die Leitung des durch den Willen bewirkten motorischen Stromes zu dem Nerven an einer Stelle im Laufe des Rückenmarkes gehemmt seyn, gleichwohl bleibt dieser Nerve noch für unwillkühr-

liche motorische Einflüsse von dem unter der Verletzung liegenden Theile des Rückenmarkes empfänglich.

*XVIII. In gewissen, von dem N. sympathicus und den Spinalnerven zugleich abhängigen Theilen scheint ein willkührlicher Einfluss erst nach einer lange dauernden centripetalen oder sensoriellen Einwirkung stattzufinden.* So ist es mit der Harnblase; diess ist ein in Hinsicht seines Verhältnisses zum Gehirn und Rückenmark noch sehr räthselhaftes Organ. Es ist von rein sympathischen Zweigen des Plexus hypogastricus und von nicht sympathischen Nerven, nämlich Zweigen der Sacralnerven versehen. Es scheint in der Regel dem Einfluss des Willens ganz entzogen zu seyn; und doch können wir bei voller Urinblase durch eine blosse intendirte Zusammenziehung der Harnblase, ohne die Mitwirkung des Zwerchfelles und der Bauchmuskeln, den Harn austreiben. Auch E. H. Weber (*Anatamie 3. p.* 354.) nimmt einigen Einfluss des Willens auf die Urinblase an. Wenn diess nun so sich verhält, so tritt jene Fähigkeit doch erst nach einer langen Ansammlung des Urins in der Harnblase ein; also nachdem diese Flüssigkeit einen dauernden Empfindungseindruck auf die Empfindungsnerven der Blase, und so auf das Rückenmark gemacht hat.

*XIX. Manche dem N. sympathicus unterworfene Theile sind zwar nur unwillkührlich beweglich, gerathen aber in Mitbewegung (p.* 692.), *wenn willkührlich bewegliche Theile bewegt werden, so dass von dem willkührlich motorischen Einfluss etwas auf sie gegen den Willen überspringt, gerade so, wie wenn dem Willen unterworfene Theile gegen unsern Willen mit andern mitbewegt werden.* Ein Beispiel dieser Art liefert die Iris. Von diesem Theile ist es schwer zu sagen, ob er wirklich zu den von dem N. sympathicus oder von den Cerebralnerven abhängigen Theilen gehöre. Seine Bewegung ist unwillkührlich, gleicht aber doch den Bewegungen mehrerer schwachen willkührlichen Muskeln, die in der Regel allein nicht willkührlich bewegt werden können, wohl aber durch Mitbewegung mit anderen willkührlichen Muskeln sich zusammenziehen können, wie die Ohrmuskeln bei mehreren Menschen, wie bei mir, mit dem Musc. epicranius bewegt werden können, und manche Menschen den sonst dem Willen entzogenen Cremaster mit Anziehung der Bauchmuskeln bewegen können. Nun ist es äusserst merkwürdig, dass man die Iris willkührlich mitbewegen kann, wenn man gewisse Aeste des N. oculomotorius willkührlich in Thätigkeit setzt, wie z. B. jedesmal, wenn man das Auge nach innen oder nach oben und innen dreht; denn dann wird die Iris bei allen Menschen zusammengezogen oder die Pupille enge. Man hat also hier das merkwürdige Beispiel, dass mit der willkührlichen Intention in einem Cerebrospinalnerven zugleich scheinbar willkührlich etwas auf einen dem N. sympathicus unterworfenen, sonst unwillkührlichen Theil überspringt. Vielleicht gehört es auch hieher, dass man bei einem grossen Bedürfniss zum Harnlassen durch Thätigkeit der Muskeln der unteren Extremitäten beim Gehen oder Laufen den Harn länger zurückbehalten, also die Thätigkeit des Musculus sphincter vesicae verstärken kann. Endlich scheint ein solches Uebergehen des Nervenein-

flusses selbst auf das Herz bei starken Muskelanstrengungen stattzufinden.

Das merkwürdige Phänomen der beschleunigten Herzbewegung bei willkührlichen Anstrengungen hat noch gar keine hinreichende Erklärung gefunden. Man hat gesagt, bei Anstrengungen wird eine grössere Menge arteriellen Blutes gebraucht, deswegen muss das Herz das Blut schneller durch die Lungen treiben; aber aus einem grössern Athembedürfniss folgt deswegen nicht, dass das Herz diesem Zwecke gemäss bewegt werde. Man hat jenes Phänomen ferner aus der Störung des Blutlaufes durch die Lungen und durch das Herz, vermöge der Hemmungen des Kreislaufes erklärt; indessen tritt die beschleunigte Herzbewegung auch bei Anstrengungen der blossen unteren Extremitäten, beim Bergsteigen, Laufen, ein. In diesem Falle sieht man nicht ein, wie der Lauf des Blutes durch die Lungen und das Herz verhindert seyn sollte. Denn wenn auch wegen der beständigen Zusammenziehungen der Muskeln der unteren Extremitäten der Lauf des Blutes durch die unteren Extremitäten gehemmt wird, so wird er deswegen nicht in den Lungen und dem Herzen gehemmt; sondern das Blut, welches nun nicht die kleinen Gefässe der unteren Extremitäten durchgehen kann, kömmt auch nicht zum Herzen zurück, und wird sich also nicht in den Lungen und im Herzen anhäufen. Der Erfolg muss vielmehr derselbe seyn, wie wenn man sich in aller Ruhe um beide Oberschenkel ein Tourniquet legt und die Blutbewegung in den unteren Extremität hemmt, worauf keine beschleunigte Herzbewegung eintritt. Es wäre daher wohl möglich, dass diese so gewöhnliche beschleunigte Herzbewegung bei Anstrengungen, die bei nervenschwachen Menschen so stark wird, eine zwar unmerkliche, aber zuletzt immer stärker hervortretende Mitbewegung wäre, ein Ueberspringen des Nervenprincips von dem in so grosser Kraftanstrengung begriffenen Rückenmark auf die sympathischen Nerven, gleichwie die Iris sich unwillkührlich bei willkührlicher Anstrengung des N. oculomotorius mitbewegt. Da diese Erklärung indess nicht direct als richtig erwiesen werden kann, und nur an analoge wirkliche Facta sich anschliesst, so kann sie vor der Hand nur als eine Andeutung für fernere Untersuchungen in diesem dunkeln Felde hingestellt werden.

Viel deutlicher ist die Mitbewegung eines andern unwillkührlich beweglichen Organes bei willkührlichen Bewegungen, nämlich der Samenbläschen. Es ist schon mehrseitig bemerkt worden, dass wenn reizbare Knaben sehr grosse Muskelanstrengungen beim Klettern oder Heraufziehen an einem Seile machen, zuweilen eine spontane Irritation in den Genitalien bis zur Contraction der Samenbläschen eintritt.

XX. *Die von dem Nervus sympathicus versehenen Bewegungsorgane haben einen peristaltischen Typus ihrer Bewegung. Diese schreitet nämlich in einer gewissen Richtung fort, und die Ursachen dieser Bahn liegen nicht bloss im Gehirn und Rückenmark, sondern auch in den Nerven dieser Organe selbst.* Die Ursachen der regelmässigen Succession in den Wirkungen der sympathischen Nerven

sind völlig unbekannt. Die peristaltischen Bewegungen des Darms von vorn nach hinten sind bekannt. Sie folgen sich wie Wellen von vorn nach hinten, ehe eine Welle im ganzen Darme abgelaufen ist, hat schon wieder eine begonnen, die ihr in einiger Entfernung folgt. Diese Erscheinung ist nicht auf den Darm isolirt, auch der Ductus choledochus zieht sich wurmförmig successiv zusammen, und selbst am Herzen ist die Succession offenbar. Am Herzen des bebrüteten Hühnchens läuft die Bewegung wie eine Welle von hinten nach vorn über das Herz hin, oder ist peristaltisch. Selbst das Herz des Erwachsenen zeigt noch die Succession der Bewegung als Andeutung des Peristaltischen. Am Herz des Frosches folgen die Bewegungen des contractilen Theils der Venenstämme der Vorhöfe, der Kammern, des Bulbus aortae in der Reihe, wie sie hier genannt sind.

Die Succession der Bewegung in diesen Theilen ist eines der schwierigsten Probleme der Physiologie, an welches man bisher nicht einmal gedacht hat.

Am nächsten liegt anzunehmen, dass die Ursache der Succession im Rückenmark selbst liege. Laufen hier Wellen oder Schwingungen von oben nach unten ab, so können die vom Rükkenmark entspringenden Fasern nach der Reihe die Wellen oder Schwingungen aufnehmen und eine Folge davon würde eine peristaltische Bewegung des Darms von vorn nach hinten seyn. Allein diese Erklärung ist gewiss nicht genügend, denn die Succession der Bewegung bleibt am ausgeschnittenen Herzen und Darm. Die Ursache der Succession muss daher in den Nerven dieser Theile selbst liegen. Die Fasern dieser Nerven liegen nebeneinander, wie kann es kommen, dass sie in einer gewissen Succession wirken. Hier könnte man sich zwar auf ungekannte spontane Wirkungen der Ganglien berufen; allein jene Organe zeigen die Succession der Bewegung auch, wenn sie von den Ganglien isolirt sind. Es ist gegenwärtig völlig unmöglich, eine nur einigermassen wahrscheinliche mechanische Erklärung jener merkwürdigen Erscheinungen aufzustellen. Nur wie eine der Mechanik genügende Erklärung aussehen würde, lässt sich im Allgemeinen andeuten. Eine Succession der Bewegung, die von Nervenfasern ausgeht, würde begreiflich seyn, wenn diese Fasern in der Länge des Darms entweder von vorn nach hinten lange fortlaufen, Wirkungen successive abgebend, oder peripherisch successiv Aestchen abschickend. In diesem Falle würden langsam fortschreitende Wellen von den Fasern aus successive Bewegung des Darms hervorbringen. Eine Succession der Ankunft von Wellen wird auch erlangt, wenn eine Bahn, die anfangs einfach ist, successiv Aeste abgiebt, die an Länge in einer bestimmten Richtung zunehmen, so dass z. B. die vorderen kurz sind und die hinteren immer länger werden. Nichts dieser Art ist von der Verbreitung der Nerven in den fraglichen Organen bekannt, und es kann die Sache auch nur in sofern hier berührt werden, dass die Wichtigkeit des Problems die Beschaffenheit einer genügenden Erklärung und die Unmöglichkeit sie beizubringen einleuchtet. Was die Schwierigkeit der Sache noch vermehrt, ist, dass in manchen

Fällen die Succession wechselt, wie bei den von mir bei Hirudo vulgaris (Meckel's *Archiv.* 1828.) und Lister (*Philos. transact.* 1834. *p.* 2.) an den Ascidien beschriebenen Phänomenen. Aehnliches kömmt schon am Magen bei, dessen wechselnden Bewegungen im gesunden Zustande vor und krankhaft wird die peristaltische Bewegung sowohl am Darm, als am Herzen umgekehrt.

## 2. Von den sensoriellen Wirkungen des N. sympathicus.

*I. Die Empfindungen in den vom N. sympathicus versehenen Theilen sind schwach, undeutlich und nicht umschrieben, und nur bei heftigen Reizungen deutlicher und bestimmter.* Die hieher gehörigen Thatsachen sind schon oben p. 670. angeführt worden. Durch stärkere, wiederholte Reizung wurde in Brachet's Versuchen die Empfindung in den Ganglien, die anfangs fehlte, deutlicher. Vielleicht rührt die geringe und unbestimmte Empfindung von der geringen Zahl der sensoriellen Primitivfasern in den vom N. sympathicus versehenen Theilen her.

*II. Die im N. sympathicus stattfindenden Empfindungseindrücke können unbewusst seyn, und kommen gleichwohl zum Rückenmark.* Eine centripetale Wirkung eines Empfindungsnerven, zum Rükkenmark gelangend, kann bewusst oder unbewusst seyn; im ersten Falle muss sie mit Lebhaftigkeit bis zum Organe der Seele fortgepflanzt werden; im zweiten Falle bleibt die Wirkung auf das Rückenmark isolirt, sie wird nicht empfunden, kann sich aber durch andere Zeichen als bis zum Rückenmark gelangt erweisen, z. B. durch reflectirte Bewegungen. Ein Theil vom Rumpfe eines gefleckten Erdsalamanders ohne Kopf zeigt uns ein Beispiel von centripetaler Empfindungserregung, ohne wirkliche Empfindung; denn wenn wir die Haut dieses Rumpfstückes berühren, erfolgt eine Krümmung des Stückes durch Zusammenziehung der Muskeln, die durch eine Reflexion vom Rückenmarke entsteht, und nicht entstehen kann, wenn in dem Rumpfstücke kein Rückenmark enthalten ist. Solche Erscheinungen von centripetalen Wirkungen in Empfindungsfasern bis zum Rückenmark ohne wahre Empfindung, aber mit Reflexion der Wirkung auf die Muskeln sind nun auch in dem gesunden Leben häufig, und gerade im N. sympathicus die gewohnlichen. Man kann deutlich beweisen, dass solche nicht bewusste Empfindungswirkungen im N. sympathicus dennoch zum Rückenmark gelangen. Durch jeden Reiz im Mastdarm kann die Bewegung des Sphincter ani verstärkt seyn, durch unempfundene Reize im Magen entsteht gleichwohl die beim Erbrechen stattfindende Mitaffection der Athemmuskeln. Diese Action der von Cerebrospinalnerven versehenen Athemmuskeln kann im Erbrechen durch einen unbewussten Empfindungsreiz in jedem Organe des Unterleibes, durch den Darmkanal, Leber, Nieren, Uterus angeregt werden. Hier liegt der Ausgang der Wirkung im N. sympathicus. Die Reflexion geschieht motorisch nach Cerebrospinalnerven, nicht nach dem N. sympathicus. Und nun lässt sich wieder beweisen,

dass das Bindeglied zwischen der centripetalen Wirkung des N. sympathicus und der motorischen in den Cerebrospinalnerven wirklich das Rückenmark, und nicht der N. sympathicus durch seine Nervenverbindungen ist. Denn der N. sympathicus verbindet sich zwar mit allen Spinalnerven, die beim Erbrechen thätig seyn können, aber diese Verbindung ist ein einfaches Anschliessen der Fasern des Ramus communicans nervi sympathici an die beiden Wurzeln des Spinalnerven; da nun die motorische Wurzel des Spinalnerven nicht einmal ein Ganglion hat, so fällt hier auch die Erklärung weg, dass die Wirkung des N. sympathicus vom Ramus communicans sich hier in einer gangliösen Masse vertheilen und alle durchgehenden Fasern der motorischen Wurzel mit afficiren könne. Die centripetale Wirkung im N. sympathicus, welche unbewusst und unempfunden eine reflectirte motorische in einem Cerebrospinalnerven hervorbringt, wirkt also offenbar auf diese Nerven nicht durch sympathische Verbindungen, sondern durch das Bindeglied des Rückenmarks.

*III. Bei den Reflexionsbewegungen, die von Empfindungseindrücken des N. sympathicus angeregt werden, ist der Empfindungseindruck in der Regel unbewusst, während er bei den Reflexionsbewegungen, die durch Empfindungseindrücke der Cerebrospinalnerven angeregt werden, immer bewusst ist.* So ist es wenigstens in der Mehrzahl der Fälle. Bei den von dem Magen, Darmkanal, Nieren, Leber, Uterus erregten Erbrechungsbewegungen der Rumpfathemmuskeln, wird die Ursache im Magen, Darm, Nieren, Uterus, Leber sehr häufig und in der Regel nicht empfunden; d. h. die nach dem Rückenmark und Gehirn gelangende centripetale Erregung kömmt nicht zum Bewusstseyn. Bei allen Reflexionsbewegungen von Cerebrospinalnerven aus wird dagegen die erregende Reizung deutlich empfunden. Auf eine Reizung der Schleimhaut des Kehlkopfes, der Luftröhre, der Lungen entsteht durch Reflexion eine Action in vielen Spinalnerven bei den das Husten begleitenden Bewegungen der Rumpfmuskeln; aber jener Reiz in der Schleimhaut bringt eine deutliche Empfindung hervor. Bei dem Erbrechen von Kitzel im Schlunde wird dieser deutlich empfunden. Bei den krampfhaften Athembewegungen mit Action der Spinalnerven im Niesen wird die erste Ursache der Reflexion in der Nase deutlich empfunden. Bei der Verengerung der Iris von Lichtreiz wird das Licht als Licht deutlich empfunden; eben so bei dem Niesen, welches durch Lichtreiz auf das Auge entsteht.

*IV. Die Ganglien des N. sympathicus hemmen nicht die Fortleitung der centripetalen Wirkungen des N. sympathicus zum Rückenmark; sie sind keine Isolatoren für diese Wirkungen.* Diess ergiebt sich aus den Thatsachen, welche in den vorherigen Sätzen angeführt worden sind; denn wenn, wie gezeigt wurde, bei den Reflexionen, wie beim Erbrechen von Reizen im N. sympathicus, eine Fortleitung zum Rückenmark, obgleich ohne Bewusstseyn, geschieht, so können die Ganglien nicht Isolatoren für diese Fortleitung seyn. Es lässt sich dieser Satz aber auch direct aus dem schon öfter angeführten Versuch beweisen, dass es mir mehrmal

gelungen ist, bei einem Kaninchen, dem die Bauchwandungen ganz durchschnitten waren, durch Zerrung des N. splanchnicus mit der Nadel eine in demselben Augenblicke erfolgende Zuckung der Bauchmuskeln hervorzubringen. Daraus geht hervor, dass die am Grenzstrange des N. sympathicus befindlichen Knoten, von welchen der N. splanchnicus entspringt, keine Isolatoren für centripetale Wirkungen im N. sympathicus nach dem Rückenmark seyn können. Und dasselbe beweisen die Versuche von Volkmann an geköpften Fröschen in Hinsicht der Unterleibsganglien. Denn durch Reizung des Darms und anderer vom Sympathicus versehener Theile wurden sehr ausgebreitete Reflexbewegungen am Rumpfe bewirkt.

*V.* Aus den vorher angeführten Thatsachen geht aber auch hervor, *dass die Ganglien nicht die Ursache der Bewusstlosigkeit der Reizungen in dem N. sympathicus seyn können.* Nach Brachet soll zwar die Empfindung in den Ganglia thoracica und ihren Verbindungsfäden schwach seyn oder fehlen, dagegen in den Rami communicantes der Ganglia mit den Spinalnerven deutlich seyn, und die Verletzung deutliche Schmerzensempfindung hervorbringen; diess lässt sich aber vor der Hand mit den vorher zergliederten Thatsachen nicht gut vereinigen. Denn es wurde unter II. bewiesen, dass die Reizungen des N. sympathicus eben so wie die der Cerebrospinalnerven, aber unbewusst, zum Rückenmark verpflanzt werden. Sollten daher die Ganglien bloss die Qualität, den Inhalt des Eindrucks bei einer centripetalen Leitung verändern, dass die Wirkung zwar fortgeleitet wird, aber das Qualitative des Schmerzes daran aufgehoben wird? Diese Fragen werden so abstract, dass man darauf nicht antworten kann. Auf das Bewusstwerden selbst können die Ganglien nicht influiren. In den Ganglien selbst kann die Ursache nicht liegen, dass bei den centripetalen Wirkungen im N. sympathicus durch die Ganglien hindurch das Bewusstseyn ausfällt; indem das Bewusste an einer Empfindungswirkung erst dadurch entsteht, dass diese Empfindungswirkung zum Organe der Seele gelangt. Es muss daher die Ursache, dass die Empfindungswirkungen des N. sympathicus, obgleich sie zum Rückenmark gelangen, doch nicht zum Bewusstseyn kommen, nicht in den Ganglien, sondern darin liegen, dass diese Wirkungen im Rückenmark selbst sich ausgleichen, und nicht bis zu der Quelle des Bewusstwerdens der Empfindungen fortgepflanzt werden. Bei den Cerebrospinalnerven gelangen die Empfindungswirkungen immer zur Quelle des Bewusstwerdens im Gehirn; wenn sie zuweilen nicht empfunden werden, so liegt die Ursache darin, dass die Seele ihre Intention auf Anderes gerichtet hat.

*VI. In manchen Fällen erregen heftige Reizungen in den vom N. sympathicus versehenen Theilen, Empfindungen in diesen Theilen selbst; in anderen Fällen sind die Empfindungen von schwächeren Reizen in den afficirten Theilen, undeutliche, und deutliche Empfindungen in anderen, von Cerebrospinalnerven versehenen Theilen vorhanden.* Beispiele der ersten Art zeigen uns die Entzündungen des Darmkanals, der Leber, Beispiele der zweiten Art die lebhaf-

ten juckenden Empfindungen, welche in Krankheiten des Darmkanals, wie in der Wurmsucht, an der Nase und am After, in chronischen Krankheiten der Nieren und Blase an der Eichel beobachtet worden sind, während der Sitz der Reizung oft gar nicht durch deutliche Empfindungen an dem Orte selbst sich kundgiebt. Es gehören eben so hieher die Schmerzen, die man bei Herzkrankheiten zuweilen in den oberen Extremitäten, bei Leberkrankheiten in der Schulter beobachtet hat. Diess sind Irradiationen, ganz ähnlich den früher p. 708. bei der Irradiation der Cerebrospinalnerven aufgeführten Erscheinungen.

*VII. Diese secundären Empfindungen in Cerebrospinalnerven, nach Reizungen des N. sympathicus zeigen sich besonders an den Endtheilen der afficirten Apparate; so entsteht Jucken in der Nase bei Wurmreizen im Darmkanal, Afterjucken bei Wurmreizen im Dickdarm, Jucken und Schmerzen der Eichel bei Krankheiten der Nieren und Harnwege.*

*VIII. Eine Reflexionsfähigkeit der Ganglien bei sympathischen Empfindungen ist nicht bewiesen und mehrere Thatsachen sprechen dagegen.* Diess zeigen theils schon die angeführten Versuche über den Antheil des Rückenmarks an den Reflexionserscheinungen theils noch besonders mehrere Versuche von Volkmann. Bei geköpften Fröschen, die in der Disposition zur Reflexion waren, konnte vom Darmkanal aus die Reflexion nach den Rumpfmuskeln bewirkt werden, und am Darm selbst traten ausgebreitete Wirkungen hervor; war aber das Rückenmark zerstört, so hörten alle jene Erscheinungen auf, und die Reaction war auch am Darm ganz local. Die Ganglien waren also nicht zur Verbreitung der Reizung fähig. Und daraus wird wahrscheinlich, dass sie es auch nicht bei der Irradiation der Empfindungen seyn werden.

Man erklärte die secundären Empfindungen in Cerebrospinalnerven gewöhnlich durch die Verbindungen des N. sympathicus mit Cerebrospinalnerven, und rechnete vorzugsweise auf die Ganglien der Empfindungswurzeln der Spinalnerven, durch welche die Primitivfasern der Wurzeln des N. sympathicus eben so gut, wie der Cerebrospinalnerven, durchgehen. Diese Erklärung verliert noch mehr an Wahrscheinlichkeit, wenn man bedenkt, dass diese Ganglien der Empfindungsnerven schon nicht die Mitempfindungen der Cerebrospinalnerven erklären können, indem oft Nerven in einander Mitempfindung erregen, die in keiner Verbindung stehen und selbst der Ganglien entbehren, wie z. B. die Mitempfindung des Kitzels in der Nase vom Sehen in die Sonne von keiner Nervenverbindung erklärt werden kann. Denn wenn auch Zweige des N. sympathicus vom Ganglion sphenopalatinum zum Ganglion ciliare, und Zweigelchen vom sympathischen Nerven an den Gefässen der Retina beobachtet worden sind, wie sie eigentlich an allen Gefässen vorkommen, so kennt man doch keine bestätigte Verbindung des N. opticus und des N. nasalis selbst. Eben so wenig lässt sich die Veränderung des Sehens, des Hörens bei Krankheiten der Unterleibsorgane durch eine solche Verbindung erklären, da sie hier eben so wenig existirt. Man denke

sich, dass der N. sympathicus wirklich einige Zweigelchen in die Retina selbst schicke, so liesse sich selbst daraus nicht einmal die Verbreitung einer Affection vom Darmkanal bis zur Retina mit Veränderung des Sehens erklären. Denn dazu müssten alle Fasern des Sehnerven durch eine gangliöse Masse durchgehen. Wir wissen aber, dass eine Reizung eines einzelnen Punktes in der Retina beschränkt bleibt; die Verbindung des N. sympathicus mit der Retina in einem einzigen Punkte würde also auch bloss möglicherweise eine Mitempfindung in diesem einzigen Punkte, und nicht eine allgemeine Veränderung des Sehens hervorbringen können. Wir stossen daher bei der Erklärung der secundären Empfindungen von dem N. sympathicus auf dieselben Schwierigkeiten, wie bei der Erklärung der Irradiation bei den Cerebrospinalnerven, und es ist wahrscheinlicher, dass alle Mitempfindungen in Cerebrospinalnerven, die vom N. sympathicus angeregt werden, auch erst durch Vermittelung des Rückenmarkes und Gehirnes entstehen. Dagegen scheint zwar auf den ersten Blick zu sprechen, dass in den vom N. sympathicus versehenen Theilen, da wo die Reizung ist, oft gar nichts, aber wohl in einem Rückenmarksnerven etwas empfunden wird; allein die centripetale Erregung in dem N. sympathicus kann sehr wohl zum Rückenmark gelangen, ohne dass sie als solche zum Bewusstseyn kömmt, und doch vom Rückenmark weiter Wirkungen hervorbringen, z. B. bewusste Empfindungen in andern Nerven erregen. Dass diess möglich ist, ist unter II. bewiesen worden.

Man sieht aus allem diesem, dass die Theorie dieser reflectirten Empfindungen vom N. sympathicus aus noch ganz im Dunkel und wenigstens sehr zweifelhaft ist.

### 3. Von den organischen Wirkungen des Nervus sympathicus.

Die Gesetze dieser Wirkungen sind uns am meisten unbekannt. Denn kaum erst sind wir zu dem Puncte gelangt anzuerkennen, dass eigene graue Nervenbündel oder organische Fasern überall, auch in den Cerebrospinalnerven selbst die Ursache der organischen Wirkungen der Nerven bei der Absonderung und Ernährung sind. Ist nun eine Bewegung oder Oscillation des Nervenfluidums in diesen Nerven nur in der Richtung von den Stämmen und Ganglien nach den Aesten (centrifugale Wirkung), oder auch umgekehrt möglich, oder wirkt das Nervenprincip in diesen Nerven nach allen Richtungen, so dass eine Nervenfaser eben so gut den belebenden Einfluss nach einer Drüse hin ausströmen kann, als eine reflectirende Wirkung nach anderen organischen Nerven von einer gereizten Drüse aus ausüben kann! Stehen die organischen Nerven durch ihre Communicationen so in Wechselwirkung, dass man von einer Stelle aus die Absonderung einer ganzen Fläche vermehren kann; oder ist bei allen solchen Reflexionen das Rückenmark als aufnehmendes und ausschickendes Bindeglied thätig? Die Thatsachen lassen sich auf beide Arten erklären; und es lässt sich jetzt nicht mit Ge-

wissheit bestimmen, welche Erklärung die richtige ist. Doch giebt es gewisse Fälle, in welchen die eine oder die andere Art der Wirkung wahrscheinlicher ist.

*I. Wenn nach Empfindungen durch Reflexion Absonderungen in entfernten Theilen erfolgen, ist wahrscheinlich das Gehirn und Rükkenmark das Bindeglied.* Die Empfindungsreizung könnte entweder von den Ganglien der Wurzeln der Empfindungsnerven, durch welche auch Fasern des N. sympathicus durchgehen, ohne zum Rückenmark zu kommen, zu den organischen Fasern gelangen, oder vom Rückenmark aus auf diese reflectirt werden. Das Letztere ist offenbar das wahrscheinlichere, da die Reflexion durch das Rückenmark in den motorischen Reflexionen eine Thatsache, die Mittheilung der Wirkungen der Fasern in den Ganglien der Empfindungsnerven eine unerwiesene Hypothese ist. Die Thatsachen, welche hieher gehören, sind sehr häufig. Nach Einwirkungen auf die inneren Schleimhäute, z. B. nach Getränken, bricht oft sogleich ein allgemeiner Schweiss aus. Nach heftigen Empfindungen entsteht zuweilen mit Zufällen der Ohnmacht ein kalter Schweiss. Bei den letzteren Erscheinungen ist die Reflexion durch das Rückenmark ganz offenbar, da die Erscheinungen bei der Ohnmacht eine Breite haben können, dass sie nur durch das Rückenmark erklärt werden. Zweifelhafter ist diese Erklärung bei einigen andern Phänomenen dieser Art. Nach einer mit Empfindungen verbundenen Reizung der Conjunctiva oculi et palpebrarum entsteht ein Thränenfluss; nach heftigen Empfindungen in der Schleimhaut der Nase durch fixe Reizmittel, die auf die Schleimhaut der Nase, oder flüchtige, die in den Mund gebracht werden, entsteht ebenfalls Thränenfluss. Senf und Meerrettig erregen zuweilen schon vom Munde aus diese Erscheinung. Man pflegt diese Erscheinungen so zu erklären, dass man die Empfindungsreizung von dem N. ethmoidalis auf den Stamm des ersten Astes vom N. trigeminus, und von dort aus wieder auf den N. lacrymalis reflectiren lässt; so erklärt man auch den Thränenfluss von Reizung der Conjunctiva, indem man die Empfindungsreizung der Conjuctiva auf den Stamm des ersten Astes, und dort wieder auf den Ramus lacrymalis sich reflectiren lässt. Indessen ist diese Erklärung für beide Fälle fehlerhaft. Denn ein Cerebrospinalnerve kann, da keine Communication der Primitivfasern in ihm stattfindet, auch keine Empfindungsreizung eines Theiles seiner Fasern auf andere reflectiren. Andere erklären jene Erscheinungen von Sympathie der Nasenschleimhaut mit der Thränendrüse durch das Ganglion sphenopalatinum, welches nach Einigen durch sympathische Fäden mit dem Ciliarknoten verbunden seyn soll. Da nun dieser durch die lange Wurzel des Ganglion ciliare mit dem N. nasalis, und also mit dem Stamme des ersten Astes, der den N. lacrymalis abgiebt, verbunden ist, so sey der N. lacrymalis mit dem Ganglion sphenopalatinum in unmittelbarem Zusammenhang. Gegen diese Erklärung lässt sich dasselbe einwenden, wie gegen die vorige, indem eine Reizung, die zum Ganglion ciliare auf den N. nasalis bis in den Stamm des ersten Astes des N. trigeminus gelangt,

ohne Communication der Fasern nicht auf den Ramus lacrymalis reflectirt werden kann. Andere endlich lassen die Empfindungsreizung von der Nase auf das Ganglion Gasseri am Stamme des N. trigeminus, und von dort auf den ersten Ast des N. trigeminus und den Ramus lacrymalis reflectiren. Gegen diese Erklärung liesse sich nichts einwenden, wenn man wüsste, dass das Ganglion Gasseri, als Ganglion eines Empfindungsnerven, Ursache einer Sympathie und Reflexion seyn könnte, wenn es bewiesen wäre, dass in einem Empfindungsnerven, wie der N. lacrymalis, centrifugale Strömungen stattfinden könnten, und wenn es erwiesen wäre, dass der N. lacrymalis wirklich der Thränendrüse Fasern abgäbe, welche der Absonderung verstehen. Da die Absonderung der Thränen, wie überall, wahrscheinlich von bloss organischen Fasern des N. sympathicus bestimmt wird, so würde immer die Erklärung noch am einfachsten seyn, welche die Empfindungsreizung von der Nase auf das Ganglion sphenopalatinum, und bei dem Zusammenhange aller organischen Nerven auf irgend einem Wege auf die Thränendrüse durch organische Fasern reflectiren lässt. Ob diese Art von Reflexion von Empfindungsnerven auf organische unmittelbar ohne Mitwirkung des Gehirns und Rückenmarkes möglich ist, ist aber gerade der Gegenstand der Frage, und ich weiss keine andern Gründe, als die Möglichkeit einer solchen Erklärung, und die Unmöglichkeit, sie geradezu zu widerlegen, für diese Annahme. Eine sehr häufige Reflexion von Empfindungsreizung auf Absonderung ist auch die oft schnell vermehrte Absonderung des Speichels bei der Aufnahme der Speisen in den Mund. Es ist hier eben so ungewiss, wie man eine solche Reflexion erklären soll. Die Erklärung dieser Reflexionen durch Mitwirkung des Gehirns und Rückenmarkes als Vermittler der sensoriellen und vegetativen Wirkung hat wenigstens die Analogie ähnlicher Reflexionen von sensoriellen Wirkungen auf motorische, durch Vermittelung des Gehirns und Rückenmarkes, für sich.

*II. Die verschiedenen Theile einer absondernden Haut stehen unter einander in Consensus; so dass der Zustand einer Stelle auf die Beschaffenheit der ganzen Ausbreitung einer Schleimhaut Einfluss hat. Es ist in diesen Fällen einfacher, die Erscheinungen durch Communication der organischen Fasern zu erklären.* Schon die tägliche Erfahrung, dass es allgemeine Affectionen einer Schleimhaut, einer serösen Haut giebt, zeigt uns eine Sympathie in der Ausbreitung der Membranen, welche wohl durch Communication organischer Fasern erklärt werden könnte. Hier ist diese Erklärung wahrscheinlicher; aber auch sie lässt sich nicht direct beweisen.

*III. Zuweilen wirkt der vegetative Zustand eines Organes, die Entzündung, die Absonderung desselben auf die Hervorrufung von Entzündung, Absondenung in anderen Theilen. In diesem Falle haben wir ein Beispiel der Reflexion von organischen Fasern eines Theils auf organische Fasern eines andern, ohne Mitwirkung der Cerebrospinalnerven.* Eine Entzündung des Hodens kann sich auf die Parotis, eine rothlaufartige Entzündung der Haut auf die Hirn-

häute versetzen; die Unterdrückung einer Absonderung kann eine andere in einem andern Theile verstärken. Wahrscheinlich sind alle diese Erscheinungen von Veränderungen in den die Blutgefässe begleitenden organischen, zum N. sympathicus gehörigen Fasern verbunden. Hier fragt es sich nun wieder, ob solche Reflexionen bloss durch Veränderung der Statik des N. sympathicus stattfinden, oder ob das Gehirn und Rückenmark wieder zwischen einer centripetalen und centrifugalen Wirkung den Ausschlag giebt. Wir haben noch keine Thatsachen, diese Frage zu entscheiden, indess ist das erste in mehreren Fällen wahrscheinlicher. In Mayer's Versuchen entstand zuweilen nach Unterbindung des N. sympathicus am Halse, also des Verbindungstheiles zwischen dem ersten und zweiten Halsknoten, eine Affection von Theilen, die erst wieder von dem ersten Halsknoten influencirt scheinen, nämlich des Auges, Augenentzündung. Das eigenthümliche Verhalten der organischen Nerven, dass man weder Anfang noch Ende leicht unterscheiden kann, dass sie sich nicht wie Stamm und Aeste zu einander verhalten, sondern auf ihren Wegen sich vermehren können, spricht allerdings für die Möglichkeit einer allseitigen Wirkung in diesen Nerven, so dass sie keiner centripetalen und centrifugalen Strömung allein, sondern einer nach allen Richtungen ausgehenden Vertheilung ihrer Wirkungen von den Centralpunkten der Ganglien fähig sind; für diese Ansicht spricht auch der Umstand, dass ein Weg, einen Theil mit organischen Nerven zu versehen, durch einen andern ersetzt werden kann. Nach der Unterbindung eines Arterienstammes werden die Nerven der Arterien ohne Zweifel mit verletzt; dennoch erfolgt kein Absterben, keine Atrophie, kein Aufhören der Absonderung, so dass es scheint, dass die Gefässnerven der Collateralgefässe diesen Einfluss ersetzen können, oder dass organische Fasern in den Spinalnerven diesen Mangel ersetzen. Auf der andern Seite kann wieder der Einfluss der Spinalnerven aufhören, ohne dass Atrophie erfolgt. Es gehört auch hieher, dass nach Durchschneidung des N. sympathicus auf beiden Seiten in v. Pommer's Versuchen gar keine merkliche nachtheilige Wirkung eintritt, so dass vielleicht andere Wege, wie der die Arteriae vertebrales begleitenden Fäden, jene Theile des Nervus sympathicus ersetzt haben. Jedenfalls entsteht eine Versetzung eines pathologischen Processes immer dahin, wo die Disposition zu dem Sitz desselben ist, bei dem Lungenkranken von der Haut nach den Lungen, bei dem Leberkranken von der Haut nach der Leber, bei dem Menschen mit reizbarem Darmkanal nach diesem u. s. w. Bei der Statik der Absonderungen kömmt übrigens nicht bloss das Nervensystem, sondern die Natur der verschiedenen Absonderungsmaterien und ihr Verhältniss zu den Bestandtheilen des Blutes und zu einander in Betracht. Unter diesem letzten Gesichtspunkte ist die Statik der Absonderungen indess schon oben p. 470. betrachtet worden.

*IV. Die Ganglien scheinen die Centraltheile zu seyn, von welchen der vegetative Einfluss auf die verschiedenen Theile ausströmt.* Nach Verletzung des obersten Halsknotens hat man eine Augen-

entzündung, ja selbst allgemeine Erscheinungen der veränderten Ernährung beobachtet.

*V. Dieser ausstrahlende Einfluss der Ganglien scheint eine gewisse Unabhängigkeit von dem Gehirn und Rückenmark zu behaupten*, insofern die Ausbildung des Embryo mit Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes möglich ist. Siehe oben p. 197. Vergl. MUELLER's *Archiv für Anatomie und Physiologie* 1834. *p.* 268.

*VI. Indessen scheint doch auch das Gehirn und Rückenmark die Hauptquelle zu seyn, wodurch auch das organische Nervensystem sich allmählig integrirt, indem gewisse Gehirn- und Rückenmarkslähmungen auch mit Atrophie verbunden sind.* Vergl. die Bemerkungen über den Schlaf oben p. 743.

Indem wir die Untersuchungen über den N. sympathicus schliessen, müssen wir bedauern, wie Vieles noch hier dunkel ist; indessen glauben wir gezeigt zu haben, wie man in den Untersuchungen über diesen Nerven verfahren müsse, und Manches wurde durch Anwendung der Mechanik der Cerebrospinalnerven auf den N. sympathicus klar, dessen Eigenschaften Herrn MAGENDIE so unbekannt schienen, dass er Anstand nahm, ihn für einen Nerven zu halten.

## *VI. Capitel.* Von den Sympathicen.

In den vorhergehenden Capiteln sind so viele Formen sympathischer Erscheinungen durch die Mechanik und Statik der Nerven, ohne Antheil des N. sympathicus erklärt worden, dass dieser Nerve nunmehr noch eine geringe Rolle in der Erklärung der Sympathien spielt. Die Phänomene der Irradiation, der Coincidenz der Empfindungen, der Mitbewegungen, der Reflexion geschehen nicht durch den N. sympathicus, und umfassen den bei weitem grössten Theil der sympathischen Erscheinungen, welche man ehemals durch diesen Nerven verrichten liess. An der Wahrheit dieser letzteren Erklärungen haben schon viele namhafte Forscher gezweifelt; denn die alltäglichen sympathischen Erscheinungen zwischen allen Theilen, gerade die Erscheinungen des gesunden Consensus zwischen Uterus und Brüsten, so wie mehrere der merkwürdigsten pathologischen Sympathien, waren niemals durch den N. sympathicus erklärbar. Nur in einigen pathologischen Sympathien zwischen den Sinnesorganen und dem N. sympathicus hat man diesen Nerven in der neuern Zeit wieder scheinbar mit mehr Erfolg zur Erklärung der Sympathien angewandt, wozu die trefflichen Untersuchungen von TIEDEMANN, HIRZEL, ARNOLD viel beigetragen haben. Indessen werden diese Versuche durch die feinere Anatomie der Nerven wieder schwankend, indem diese uns lehrt, dass wenn auch der N. sympathicus sich mit Gehirn- und Rückenmarksnerven verbindet, diess noch durchaus kein Beweis für einen physiologischen Zusammenhang der peripherischen Theile beider Nerven ist. Denn überall, wo an solchen Verbindungen des N. sympathicus und der Gehirn- und Rückenmarksnerven keine Ganglien des Sympathicus liegen, durch

welche alle Fasern des Cerebrospinalnerven durchgehen, fällt die Erklärung eines physiologischen Zusammenhanges weg; ausserdem, dass er schon bei solchen Verbindungen mit Ganglien hypothetisch ist, und die Ganglien auch Apparate zur Einmischung organischer Fasern in die Cerebral- und Spinalnerven seyn können. Da aber ferner, wo der N. sympathicus mit motorischen Wurzeln der Spinalnerven zusammenhängt, gar keine Ganglien vorkommen, sondern diese Verbindungen eben nichts anders, als ein blosses Anschliessen von Primitivfasern sind, so ist das Bereich des N. sympathicus in allen Nervensympathien mit Bewegungen anatomisch noch mehr geschmälert. Die positive Kenntniss der Erscheinungen der Irradiation, Coincidenz, Mitbewegung und Reflexion, und die grosse Wahrscheinlichkeit, dass diese Phänomene in den Cerebrospinalnerven ganz, und in den sympathischen Nerven wenigstens zum Theil durch Mitwirkung des Gehirns und Rückenmarkes erfolgen, hat das Wirkungsfeld des N. sympathicus in den Sympathien noch viel mehr geschmälert, und ihm durch Aufstellung einer, für jetzt schon ziemlich exacten Statik der Nerven, den bei weitem grössten Theil der Sympathien ganz entzogen. In dieser Wendung zeigt sich etwas Aehnliches, wie in der Pathologie der Fieber; deren Zahl um so grösser war, je weniger man die Krankheiten, welche die Fiebersymptome erzeugen, kannte, und welche in der neuern Pathologie als Krankheiten eine beschränkte und sehr zweifelhafte Rolle spielen.

Nachdem wir in den vorhergehenden Capiteln schon die Gesetze für die Erklärung eines grossen Theiles der Sympathien kennen gelernt haben, werden wir uns jetzt kurz fassen, und die Sympathien mehr unter allgemeinen physiologischen Gesichtspunkten auffassen.

Die sympathischen Verhältnisse der verschiedenen Theile des Organismus lassen sich unter folgende Gesichtspunkte bringen.

### I. Sympathieen der verschiedenen Theile eines Gewebes unter sich.

Diess ist eine der häufigsten Arten des Consensus. Die verschiedenen Ausbreitungen der Schleimhäute theilen sich ihre Zustände mit; die serösen Häute, die fibrösen Häute u. s. w. sind in demselben Falle. Bei der consensuellen Erregung verschiedener Theile eines Gewebes ist die consensuelle Affection mit der ursprünglichen in der Regel eins. Die Entzündung pflanzt sich fort, die Schmerzen dehnen sich im Umfange des Gewebes aus; die veränderte Absonderung ergreift in derselben Art die naheliegenden Theile des ursprünglich afficirten Gewebes.

a. *Zellgewebe.*

Schon das Zellgewebe besitzt eine grosse Neigung zur Mittheilung seiner Zustände über seine Verlängerungen hin. Die Krankheiten desselben, das Emphysem, das Oedem, die Zellgewebeverhärtung, die Fettsucht, die Entzündung und Vereiterung

des Zellgewebes, liefern Beispiele davon. Diese Krankheiten schreiten oft über ganze Strecken des Zellgewebes zwischen den Muskeln, Gefässen, aponeurotischen Ausbreitungen hin, indem sie bloss das interstitiäre Zellgewebe verfolgen. Deswegen wird auch die Kenntniss der natürlichen Grenzen der Zellgewebeausbreitungen, nämlich der Fascien, für die Würdigung der Zellgewebeeiterungen so wichtig.

b. *Aeussere Haut.*

So offenbar der lebhafte Verkehr der äussern Haut mit inneren Theilen ist, so zeigt uns doch dieselbe keine sehr lebhafte Wechselwirkung ihrer Zustände in verschiedenen Theilen ihres Verlaufs. Eine reine Hautentzündung kann beschränkt seyn. Indessen besitzt sie als Ausscheidungsorgan für gewisse Stoffe auch eine gewisse Affinität gegen in den Säften circulirende fehlerhafte Materien; wodurch ihr allein eigenthümliche Krankheiten, acute und chronische exanthematische Hautentzündungen, sich in ihr in einer flächenhaften Ausbreitung ausbilden. Viel häufiger sind indess die Sympathien der äussern Haut mit den inneren Theilen, für welche sie die gemeinsame Grenze nach aussen hin bildet; wovon die Beispiele später angeführt werden.

c. *Schleimhäute.*

Die Schleimhäute haben eine grosse Neigung, ihre Zustände einander nach dem Verlaufe der Membranen mitzutheilen. Der Catarrh der Lungenschleimhaut zieht leicht dieselbe Affection in der Nasenschleimhaut in Folge. Der Catarrh der letztern afficirt die Schleimhaut der Thränenwege und die Conjunctiva. Im Stadium irritationis des Schnupfens ist das Auge wie die Nasenschleimhaut röther und trockner; im zweiten Stadium werden beiderlei Theile feucht. Auch die Schleimhaut der eustachischen Trompete und Trommelhöhle kann im Catarrh afficirt seyn, was sich durch das nicht selten begleitende Symptom catarrhalischer Affectionen, Schwerhörigkeit und Ohrenbrausen, äussert. Im Catarrh der Nasenschleimhaut ist auch die Schleimhaut der Stirnhöhlen, wahrscheinlich auch der anderen Nebenhöhlen der Nase afficirt; man empfindet einen dumpfen Druck in der Gegend der Stirn. In einem gleichen engen Zusammenhange stehen die verschiedenen Theile des Schleimhautsystems des Tractus intestinalis. Der Zustand des Magens wirkt auf den des ganzen Darmkanals, und verändert seine Secretionen. Die Schleimhaut des Mundes wird der Ausdruck des Zustandes der Schleimhaut des Magens und Darmkanals. Aus einer trocknen Zunge schliessen wir mit Recht auf einen ähnlichen Zustand in der Schleimhaut der Speiserohre und des Magens, aus der Röthe derselben, aus dem Beleg auf gleiche Zustände innerhalb des Magens und Darmkanals. So stehen wieder die Schleimhäute der Genitalien und Harnwerkzeuge im sympathischen Zusammenhange. Die häufige Irritation der Geschlechtstheile bewirkt leicht einen chronisch-inflammatorischen Zustand der Harnblase, der Nieren und Phthisis vesicalis, Phthisis renalis, so wie sich zur Phthisis laryngea und trachealis später Phthisis pulmonalis gesellt. Aber nicht bloss die anatomisch zusammenhängenden Schleimhäute, sondern

selbst die ganz getrennten haben eine ähnliche, obgleich geringere Tendenz zur Mittheilung ihrer Zustände. Man kann desshalb eine vermehrte Absonderung in einer Schleimhaut nicht durch eine vermehrte Absonderung in einer andern, oder durch Antogonismus heilen. Man kann eine Blennorhoe der Genitalien nicht durch künstliche Diarrhoe heilen. Zuweilen sehen wir die Schleimhaut der Athemorgane im Consensus mit derjenigen des Magens; es ist bekannt, dass manche Zustände des Magens eine Reizung auch in den Athemwerkzeugen unterhalten, Tussis gastrica. Am Ende der Phthisis pulmonalis entsteht auch ein inflammatorischer Zustand in der Muscosa des Darmkanals, wie die Darmgeschwüre der Phthisiker zeigen. Endlich zeigen uns die colliquativen Blennorhoen der Schleimhäute ein Beispiel eines gleichen Zustandes im ganzen Schleimhautsystem, der von einem einzelnen Theile desselben ausgehen kann; wie z. B. sowohl in den Lungen als im Darmkanal, oder in den Genitalien die erste Ursache einer allmähligen Veränderung aller Schleimhäute liegen kann.

d. *Seröse Häute.*

Bei einer primären Affection einer serösen Haut werden in der Folge oft alle anderen serösen Häute in dieselbe Affection gezogen. Zum Hydrops ascites gesellt sich in der Folge Hydrothorax; doch gehören nicht alle Fälle von Wassersucht in verschiedenen Theilen hieher. Die Wassersucht entsteht oft durch eine Einmischung des Blutes gleichzeitig in mehreren Theilen, oder auch, wenn die Circulation in einem wichtigen Organe unterbrochen ist. In diesen Fällen geht also die Sympathie nicht so sehr von den serösen Häuten selbst aus, als von der Verbreitung der Ursache.

Eine reine Sympathie der serösen Häute ist aber, wenn in Folge einer primären Entzündung einer serösen Haut auch die anderen serösen Häute sich entzünden. So folgt zuweilen der Entzündung des Bauchfelles Entzündung der Pleura, Entzündung der Arachnoidea, und diese letzte in dem wichtigsten Organe ist vielleicht die Ursache des Todes.

e. *Fibröses System.*

Die fibrösen Häute stehen unter einander in einer solchen engen Verbindung, dass eine örtliche Verletzung derselben sehr häufig bedeutende ausgebreitete Zufälle nach sich zieht.

Zu den fibrösen Häuten gehören die Beinhaut, die Dura mater, die Sclerotica, Albuginea des Hodens, äussere Haut der Milz, die Sehnen, Bänder und sehnigen Muskelscheiden. Eine örtliche rheumatische Affection setzt sich leicht über alle fibröse Verbindungen fort, wechselt ihren Ort, indem sie aber immer gern die natürlichen Verbindungen der fibrösen Häute verfolgt. Die Verletzung der Bänder, Aponeurosen, des fibrösen Bändergewebes an Fuss und Hand ist oft mit ausgebreiteten Zufällen verbunden; die Entzündung, die Anschwellung, die Schmerzen setzen sich nämlich von der ursprünglichen Stelle der Reizung zuweilen über die Muskelscheiden, ja über die Beinhaut der Knochen fort. Die gichtische Entzündung des Auges, welche, wie die Gicht über-

haupt, das fibröse Gewebe liebt, so in dem Auge ihren Sitz in der Sclerotica hat, ist mit ihrem Schmerz nicht auf das Auge fixirt, sie zeichnet sich vor allen anderen Augenentzündungen dadurch aus, dass die ganze Seite des Gesichtes, im Verfolg der Beinhaut, die Scheide des Schläfenmuskels, die Galea aponeurotica von den lebhaftesten Schmerzen ergriffen sind.

Die innere und äussere fibröse Haut des Cranium, nämlich die Dura mater des Gehirns, die Beinhaut des Schädels und die Galea aponeurotica stehen im Consensus unter sich und mit der Sclerotica. Affectionen der Dura mater erregen Affectionen der Sclerotica; Affectionen der Galea aponeurotica und Beinhaut können sich auf die Dura mater versetzen. Umgekehrt, ist die Dura mater örtlich entzündet, so ist es auch zuweilen die Beinhaut äusserlich.

Dass bei den Sympathien des fibrösen Systemes auch die Nerven im Spiele sind, lässt sich theils aus dem Vorhandenseyn organischer, die Gefässe begleitender Nerven in allen gefässhaltigen Theilen theils aus der wirklichen Existenz von Nerven in der Dura mater schliessen. Sie sind von Comparetti, Arnold, Schlemm, Bidder und von mir selbst beobachtet und gehören zum Theil dem organischen Nervensysteme an.

f. *Knochengewebe und Knorpelgewebe.*

Sympathien des Knochengewebes unter sich sind selten. Wohl ist in manchen Krankheiten, wie in der Rhachitis und im zweiten Stadium der Venerie, das ganze Knochengewebe überall afficirt, aber diese Bildungskrankheiten kann man weniger unter die Sympathien rechnen; die Reizung ist hier allgemein mit fehlerhafter Bildung der Knochenmaterie. Indessen giebt es doch auch deutliche Beispiele von reiner Sympathie des Knochengewebes. Wenn nämlich eine Krankheitsursache auf die Oberfläche eines Rohrenknochens wirkt, so wird in der darauf folgenden Entzündung nicht leicht die blosse Oberfläche, sondern die ganze Dicke des Knochens bis zur Markhöhle afficirt; in der ganzen Dicke verändert sich das Knochengewebe; und ebenso folgt nach Zerstörung des Markes eines Röhrenknochens auch wieder Entzündung und Aufschwellung, sowohl innen als aussen bis zur äussern Oberfläche. Ueberhaupt ist das, was man Exostosen nennt, in der grössten Mehrzahl der Fälle keine Krankheit der Oberfläche des Knochens, sondern der ganzen Dicke des Knochens, wie ich mich durch Durchschneidung vieler Exostosen überzeugt habe. Daher entspricht einer äussern Exostose an einem Röhrenknochen in der Regel eine innere Exostose gegen die Markhöhle. (Man sieht, gelegentlich gesagt, hieraus allein schon deutlich, wie wenig richtig es ist, wenn man der Beinhaut einen wesentlichen Antheil an der Bildung der Exostosen zuschreibt.)

Von den Knochen kennen wir bis jetzt keine Nerven, dürfen jedoch die Existenz von Gefässnerven in ihnen so gut, wie in allen gefässhaltigen Theilen voraussetzen.

g. *Muskelgewebe.*

Man hat dem Muskelgewebe die Fähigkeit, sympathisch er-

regt zu werden, in hohem Grade zugesprochen. Man hat angeführt, dass die Reizung, welche die Contraction eines Muskels zur Folge habe, häufig von einer Menge sympathischer Convulsionen anderer Muskeln begleitet sey. Allein diese Sympathien beruhen nicht in dem Gewebe selbst, sondern in der Sympathie der Bewegungsnerven; der Muskel, dessen Bewegungsnerve von dem übrigen Nervensystem getrennt ist, ist zwar selbst noch erregbar auf einen äusseren Reiz, er pflanzt diesen aber nie fort auf andere Theile desselben Gewebes, es entstehen keine sympathische Convulsionen.

Die sympathischen Krämpfe des Muskelsystems sind daher nicht eigentlich Sympathien des Gewebes unter sich, sondern Sympathien der Nerven. Die übrigen wenigen Krankheiten, welche noch in den Muskeln vorkommen, wie die Entzündung und Eiterung sind auch immer beschränkt, sie verbreiten sich nicht wie in den anderen Geweben, sie sind auf die örtlichen Stellen der Reizung beschränkt. Ausser den sehr seltenen Muskelentzündungen, den Degenerationen und dem Krampfe kennt man aber fast gar keine Krankheit der Muskeln weiter. Alles diess überzeugt uns, dass das Muskelgewebe keiner lebhaften Sympathie in sich und mit anderen Theilen unterworfen sey.

h. *Lymphatisches System.*

Zu dem lymphatischen System gehören die Lymphgefässe und die Lymphdrüsen.

Krankheiten des lymphatischen Systems sind sehr seiten örtlich; wenn sie ursprünglich entstehen und nicht sympathische Krankheiten anderer Organe sind, befallen sie in der Regel das ganze System unter der Form einer *Dyskrasie*, ja gewisse Krankheiten sind auf das Gewebe des lymphatischen Systems fast beschränkt, wie z. B. die Scrofeln. Geht aber die Reizung von einer örtlichen Stelle des Lymphsystems aus, so verbreitet sie sich schnell sympathisch über grosse Strecken. Ist eine Lymphdrüse primär durch äussere Reizung in Entzündung gesetzt, so werden bald die umliegenden Drüsen ergriffen, sie schwellen an, wenn sie auch selbst nicht in Entzündung gerathen. Manche primäre Reizungen des Lymphsystems gehen von Giften aus, die von den Lymphgefässen aufgenommen worden. Wird an einer Stelle Quecksilber eingerieben, so entsteht oft eine ausgebreitete Reizung des lymphatischen Systems, und die Lymphdrüsen der verschiedenen Stellen des Körpers können gleichzeitig in Affection gezogen werden. Die Entzündung der Lymphgefässe, die von einer örtlich giftigen Einwirkung ausgeht, verbreitet sich schnell über alle Verzweigungen in einem Gliede, und in einem solchen Falle ist die Haut überall nach dem Verlaufe der Lymphgefässe von rothen Streifen durchzogen.

Eben so häufig sind die Sympathien der Lymphgefässe mit den Lymphdrüsen. Eines der gewöhnlichsten Phänomene in den Bildungskrankheiten der grossen Eingeweide ist die Anschwellung der Lymphdrüsen in der Umgegend.

So schwellen die Lymphdrüsen des Halses an bei organischen Krankheiten der Organe des Halses, der Glandula thyreoidea;

bei den Bildungskrankheiten der Brüste, namentlich beim Krebs der Weiberbrust, die Axillardrüsen; die Lymphdrüsen des Unterleibes bei den organischen Krankheiten des Magens, des Darmkanals überhaupt, die Lymphdrüsen, welche die Gallengänge begleiten, bei den organischen Krankheiten der Leber, die Inguinaldrüsen in den organischen Krankheiten der Hoden, der Urethra, der Prostata.

Eben so häufig sind die sympathischen Anschwellungen der Lymphdrüsen bei entzündlichen Affectionen, wie nach Stichwunden, Zerreissungen, Zerquetschungen. Nach der Anwendung eines Blasenpflasters, welches Entzündung der Haut setzt, schwellen oft die Lymphdrüsen an, eben so beim Blutschwären, beim Wurm am Finger. In dem letzten Falle sind sogar oft die Lymphgefässe des ganzen Armes bis zu den Achseldrüsen im Zustande der Reizung. Bei der Entzündung der Harnröhre im Tripper, in den entzündlichen Krankheiten der Hoden schwellen oft die Inguinaldrüsen als sogenannte Bubonen, bei entzündlicher Affection der Mammä die Axillardrüsen, bei entzündlicher Affection der Parotis die Halsdrüsen an.

Diese sympathischen Anschwellungen unterscheiden sich von der ursprünglichen Affection meist dadurch, dass sie verschwinden, sobald die Krankheit des primär afficirten Organs aufhört, dass sie chronisch sind bei einer chronischen Krankheit, acut bei einer acuten, und endlich, dass in der sympathischen Affection sich das Gewebe ausser der Anschwellung von dem natürlichen Zustande in der Regel nicht entfernt.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass man von jeder Stelle der Körperfläche, die mit Lymphgefässen durchzogen ist, eine weit verbreitete lymphatische Irritation erregen kann. Diese Irritation kann sowohl durch eine materielle Einimpfung eines Krankheitsstoffes, als nach einer Verletzung erfolgen, wobei keine Materie aufgenommen und verbreitet wird, wie nach mechanischer Verletzung oder nach Verbrennung. Man sieht also daraus, dass zu dieser Sympathie die materielle Verbreitung eines Krankheitsstoffes in den Lymphgefässen wenigstens nicht nöthig ist. Die lymphatische Irritation kann, wie von Verletzung der äussern Körperoberfläche, eben so leicht von ursprünglicher Reizung der innern Körperoberfläche erfolgen. Und wir haben hier eine ganz parallele Reihe von Erscheinungen. So wie nach Entzündung der Haut durch Verbrennung eine lymphatische Irritation der Umgegend bis zu den nächsten Lymphdrüsen entsteht, eben so erfolgt auf Entzündung der Muscosa des Darmkanals, wenn sie einigermaassen andauert, eine Irritation der Lymphgefässe und Lymphdrüsen des Mesenteriums, und gerade diejenigen Lymphdrüsen und Lymphgefässe entzünden sich und schwellen an, welche den entzündeten Stellen des Darmkanals entsprechen, wie wir ein so deutliches Beispiel bei den Darmgeschwüren im Typhus abdominalis sehen.

Zuweilen enthalten die von einem eiternden Theile kommenden Lymphgefässe, gleichwie die Venen, Eiter. Siehe CRUVEILHIER *Anat. path. livr.* 13. Auch die entsprechenden Lymphdrüsen kön-

nen vereitern. Man würde unrichtig schliessen, dass dieser Eiter durch die Lymphgefässe aufgesogen worden. So wie er in den Venen des Amputationsstumpfes von Venenentzündung entsteht, eben so entsteht er in den Lymphgefässen, die von einem entzündeten Theile kommen, von Fortpflanzung der Entzündung. Die Entzündung und Vereiterung der Lymphdrüsen des Mesenteriums bei Darmgeschwüren im Typhus abdominalis liefert deutlich den Beweis, dass wenigstens in diesem Falle der Eiter in den Lymphgefässen und Lymphdrüsen selbst entstanden ist.

i. *Blutgefässe.*

Wenn man bedenkt, dass die Sympathien des Pulses mit den Krankheiten der Organe nicht so sehr Sympathie der Arterien selbst als des Herzens sind, und wenn man ferner in Erwägung zieht, dass die örtlichen Krankheiten der Arterien ziemlich beschränkt sind auf die Stelle der Reizung, und nicht die Tendenz haben, sich in der Breite auszudehnen, wie die Entzündung und Erweiterung der Arterien, so sind wir zu dem Schlusse berechtigt, dass die Sympathien der Arterien im Allgemeinen geringe sind, wenigstens dürfen wir diess von den Häuten der grösseren Arterien und Zweige annehmen.

Aber dem Nervensystem werden wir einen Einfluss auf den Zustand der Arterien zuschreiben müssen, welcher unabhängig von dem Herzen ist, diess beweisen die Veränderlichkeit des Hautturgors in den Leidenschaften, die örtlichen Congestionen und wieder der Collapsus, die in Folge einer bloss leidenschaftlichen Aufregung in den äusseren Theilen entstehen.

Es ist schwierig zu unterscheiden, ob bei einer allgemeinen Affection der Venen diese ursprünglich von einem Theile des Venensystems ausgegangen und sich allmählig sympathisch verbreitet, oder ob die nächste Ursache der Krankheit auf einen grossen Theil des Venensystems zugleich gewirkt hat. Indessen zeichnet es das Venensystem aus, dass seine Krankheiten in der Regel keine ganz örtlichen sind, wie die Atonie und Varicosität der Venen zeigen.

Einen directen Beweis von der ausgebreiteten Sympathie der Venen giebt die Venenentzündung, sie entsteht örtlich im Verlaufe einer Vene durch Ursachen, welche überhaupt Venenentzündung setzen, z. B. durch einen schlechten Aderlass, durch die Verletzung eines Varix, ferner in Amputationswunden, am Uterus der Wöchnerinnen, verbreitet sich aber von der örtlich entzündeten Stelle so schnell, dass sie in kurzer Zeit alle Venenstämme des Gliedes erreicht. Die Venenentzündung ist daher, wenn sie nicht auf der Stelle richtig erkannt und behandelt wird, gewöhnlich tödtlich; sie geht in Eiterung der Venen über. Eine merkwürdige Sympathie der Venen unter sich ist die Erschlaffung und Erweiterung der Venen in der Umgegend einer Geschwulst mit entartetem Gefässsystem. Diese Disposition zur Erweiterung und Erschlaffung der kleinen Venen zeigt sich zuweilen über den ganzen Körper verbreitet, bei Cachexien und Dyskrasien, und erzeugt eigenthümliche Farbenveränderung, wie z. B. die blauen Ringe um die Augen u. a.

k. *Drüsengewebe.*

Wenn auch gewisse Krankheiten, wie die Scrofelsucht und der Krebs, die Tuberkeln, als Bildungskrankheiten vorzüglich das drüsige Gewebe ergreifen, so ist doch ein allgemeines Leiden des Drüsengewebes in diesen Krankheiten nicht aus Sympathie zu erklären, sondern es liegt in der Natur dieser Krankheiten, dass sie diess Gewebe besonders ergreifen, und die Verbreitung geht nicht so sehr von einer örtlichen Reizung, sondern von einer allgemeinen Anlage des Drüsengewebes aus, die sich dann zu einer vollkommenen Krankheit ausbildet, wenn das Drüsengewebe örtlich gereizt wird. Gleichwohl ist es nicht zu bezweifeln, dass, wenn eine Krankheit in einer einzelnen Drüse beginnt, sie durch die Sympathie der verschiedenen Theile der Drüse leichter die ganze Drüse, als die fremdartige Umgebung erreichen wird. Unter die sympathische Reizung des Drüsengewebes gehört aber folgende Thatsache:

Dass alle Absonderungsorgane, wie sie ihre Reizung auf die Ausführungsgänge reflectiren, so auch in einen Zustand sympathischer Reizung gerathen, wenn ihre Ausführungsgänge ursprünglich gereizt werden; so bedingt die Gegenwart der Speisen im Munde einen grössern Zufluss des Speichels aus den Speicheldrüsen, die Gegenwart einer Sonde in der Blase die vermehrte Absonderung des Urins aus den Nieren (?), die Reizung der Glans penis eine vermehrte Absonderung des Samens, die Reizung der Schleimhaut des Auges eine vermehrte Absonderung der Thränen. So ist es ebenfalls Thatsache, dass, während die Speisen noch im Magen enthalten sind, der Ausfluss der Galle in den Dünndarm nur gering, dass sich dieser aber im zweiten Stadium der Verdauung, wenn der Chymus mit der innern Haut des Dünndarms in Berührung kommt, sehr vermehrt, und dass umgekehrt im Hunger die Ausscheidung der Galle sehr vermindert ist.

Die Materialien, welche wir in diesem Abschnitte mitgetheilt haben, hat vorzüglich Bichat, in seiner allgemeinen Anatomie, dem Lichte der physiologischen Anatomie zugänglich gemacht, ein Werk, welches mehr wahren Inhalt der allgemeinen Pathologie, als unsere mehrsten Lehrbücher der allgemeinen Pathologie enthält. Auf welche Art die Sympathien der verschiedenen Theile eines Gewebes erfolgen, ist schwer zu entscheiden. Einige leiten dieselben unabhängig von den Nerven, von der Gleichheit und dem continuirlichen Verlaufe eines Gewebes ab. Ist die Verbreitung der Entzündung z. B. durch diese Art von Anstekkung möglich? Ist die Materie eines Gewebes unabhängig von dem Einfluss der Nerven fähig, durch eine Art von Affinität der Gewebetheile gegen einander eine Reizung weiter zu leiten? Wir sind nicht im Stande, diese Frage zu lösen. Andere leiten die Sympathien im Verlaufe des Gewebes von den Nerven ab. Dass viele der hieher gehörigen Erscheinungen auf diese Art erklärt werden müssen, scheint daraus hervorzugehen, dass auch Schleimhäute, welche anatomisch nicht zusammenhängen, seröse Häute, welche untereinander keine Communication haben, doch Erscheinungen von Sympathie darbieten. Siehe oben p. 763. Gleichwohl

lassen sich diese Erscheinungen auch so erklären, dass eine in das Blut aufgenommene oder dort ausgebildete krankhafte Materie eine Affinität gegen das ganze Schleimhautsystem u. s. w. hat. Bei der Ausbreitung der Empfindungen in den verschiedenen Theilen eines Gewebes sind aber offenbar die Nerven mit thätig; und hier fragt es sich nun, ob die Irradiation z. B. in den Schleimhäuten durch einen vorauszusetzenden Zusammenhang der peripherischen Nervenzweige, oder durch Mitwirkung der Centraltheile erfolgt.

## II. Sympathien verschiedener Gewebe unter sich.

Diese zweite Form von Sympathie ist viel seltener als die erste. In der Regel geht eine krankhafte Affection innerhalb eines und desselben Gewebes viel leichter von einem auf ein anderes Organ über, als dass in einem und demselben Organe ein Gewebe seinen Zustand einem andern Gewebe überträgt. Die Tunica mucosa des ganzen Darmkanals kann krankhaft absondern, ohne dass die Tunica muscularis mit afficirt ist; unter einem krankhaften serösen Ueberzuge des Herzens kann gesunde Muskelsubstanz liegen; die tunica musculosa des Darmkanals kann ohne Veränderung der Tunica mucosa und serosa desselben krampfhaft afficirt seyn. Die Tunica serosa kann Wasser absondern, ohne Mitleiden der andern Häute eines Organes. Indessen giebt es doch Sympathien dieser Art. Es ist hier zu bemerken, dass, wenn die Sympathien verschiedener Theile desselben Gewebes in der Regel gleiche Zustände bedingen, in den Sympathien verschiedener Gewebe die Affectionen der in Wechselwirkung tretenden Gewebe nach ihren Lebenseigenschaften auch verschieden sind; nur die Entzündung ist auch hier eine in gleicher Art sich mittheilende Veränderung. Die hieher gehörenden consensuellen Erscheinungen sind vorzüglich folgende:

1) *Zwischen der äussern Haut und den Schleimhäuten.* Diese sind sehr häufig. Viele Krankheiten der Schleimhäute, namentlich die Entzündungen und Blennorrhoen, entstehen oft durch Wirkung einer Krankheitsursache auf die äussere Haut, und umgekehrt. Auf Erkältung der äussern Haut erfolgt Lungenentzündung, Halsentzündung, Darmentzündung etc., oder catarrhalische Affectionen dieser Häute, und zwar jedesmal in der Schleimhaut desjenigen Organes, welches nach individuellen Eigenthümlichkeiten mehr als die äussere Haut in der Disposition zu Krankheiten ist. Nach ausgedehnten Verbrennungen der äussern Haut entsteht zuweilen Entzündung der Lungenschleimhaut, Magenschleimhaut. In den exanthematischen Affectionen der äussern Haut leiden zuweilen die Schleimhäute mit. Andrerseits verändert eine Krankheit der Schleimhäute, z. B. ein gastrischer Zustand, die Absonderung, den Turgor, die Farbe der äussern Haut. Auch wirkt man durch die äussere Haut consensuell auf die Schleimhäute, wie bei Anwendung der Kälte auf die äussere Haut bei Blutungen aus Schleimhäuten.

2) *Zwischen der äussern Haut und den serösen Häuten.* Die Wasserergiessungen der serösen Häute vermindern regelmässig die Absonderung der äussern Haut, und durch Unterdrückung der Hautabsonderung entstehen hinwieder zuweilen Wasserergiessungen in den serösen Häuten, sowohl bei vorher gesundem Zustande der Haut, als bei Störungen der Hautexantheme. Endlich verursachen Krankheitseinflüsse, welche auf die äussere Haut wirken, nicht selten Entzündungen der serösen Häute.

3) *Zwischen dem Drüsengewebe und den Schleimhäuten.* Ich habe schon oben erwähnt, dass eine Drüse, die in eine Schleimhaut ausführt, in lebhafter sympathischer Verbindung mit dieser Schleimhaut steht, wie denn das Drüsengewebe nicht allein als eine Verlängerung des Ausführungsganges, und dieser als Fortsetzung der Schleimhaut betrachtet werden kann, sondern auch die dem Darmkanal adnexen Drüsen aus dem Darmkanal selbst anfangs hervorkeimen. Siehe oben p. 392. Wir dürfen uns daher nicht wundern, wenn die Reizung der Mundschleimhaut die Absonderung des Speichels vermehrt, die Reizung der Conjunctiva einen Thränenfluss, die Indigestion eine Salivation bewirkt.

4) *Zwischen den Schleimhäuten und den serösen Häuten* zeigt sich seltener eine solche Wechselwirkung.

5) *Zwischen den fibrösen Häuten, der Markhaut der Knochen und dem Knorpel- und Knochengewebe findet hingegen eine sehr innige Beziehung statt.* Der Zustand der Beinhaut wirkt auf den des Knochens und umgekehrt. Nach Entzündung der Beinhaut folgt häufig Aufschwellung des darunter liegenden Knochens, und bei Knochenauftreibungen wird auch die Beinhaut verdickt. Nach Entzündung der Markhaut der Knochen entsteht auch Aufschwellung der ganzen Dicke des Knochens. Nach Zerstörung der Beinhaut erfolgt die äussere, nach Zerstörung der Markhaut die innere Nekrose der Röhrenknochen. Siehe oben p. 419. Diese Wechselwirkung gründet sich vorzüglich auf den Umstand, dass sowohl von der Beinhaut als von der Markhaut aus, unzählige feine Gefässe von aussen nach innen in das Innere des Knochens eindringen.

Ein aufmerksamer Arzt wird diese Beispiele von Sympathien zwischen verschiedenen Geweben leicht vermehren können. Die Erklärung dieser Sympathien kann nicht in allen Fällen dieselbe seyn. Absondernde Häute stehen an und für sich, abgesehen von den Nerven, durch die Wirkung des Zustandes der Absonderungen auf die Säftemasse in einem antagonistischen Verhältnisse. Siehe oben p. 470. Andere Erscheinungen, bei welchen weniger allein die Absonderung als der gesammte Lebenszustand der Häute verändert wird, wie bei der lebhaften Wechselwirkung der Haut und der Schleimhäute, gehören mehr zu den Phänomenen der durch Mitwirkung der Nerven zu erklärenden Reflexion. Siehe oben p. 759. In Hinsicht der Wechselwirkung der Drüsen mit den Schleimhäuten ist es ungewiss, ob die Sympathie durch Reflexion oder durch Wechselwirkung der Nerven selbst unter Mitwirkung des N. sympathicus erfolgt. Die Wechselwirkung der äussern und innern Beinhaut der Knochen mit den Knochen

ist endlich durch ihre Gefässverbindungen und die Wechselwirkung ihres Gefässgewebes zu erklären.

III. Sympathien der einzelnen Gewebe mit ganzen Organen.

Die Krankheit eines *ganzen Organes*, an welcher ein weiter verbreitetes Gewebe Antheil hat, theilt sich den Fortsetzungen dieses Gewebes über das ursprünglich afficirte Organ hinaus mit, und umgekehrt kann der Zustand eines Gewebes auf den eines zusammengesetzten Organs wirken.

Als Beispiele dieser Art von Sympathie kann man vorzüglich das Verhältniss der Eingeweide zu der äussern Haut, zu den Schleimhäuten, serösen Häuten anführen.

Durch die äussere Haut kann eine Krankheitsursache zu jedem zur Krankheit disponirten Organe Eingang finden, und anderseits können Reizungen und Ableitungen, auf der äussern Haut angebracht, wieder auf die Krankheitszustände jedes besondern nahegelegenen Organes wirken. Auch werden Blutungen innerer Theile durch Wirkung der Kälte auf die Haut gestillt. Endlich kann sich eine exanthematische Krankheit der Haut auf alle inneren Theile versetzen.

Die serösen Häute participiren immer an den Zuständen der Organe, welchen sie einen Ueberzug geben. Bei den organischen Bildungskrankheiten der Eingeweide leiden die serösen Häute nicht allein, wo sie das Eingeweide überziehen, sondern in ihrer ganzen Ausbreitung mit. So entsteht in Folge einer organischen Krankheit der Lungen Brustwassersucht, des Herzens Herzbeutelwassersucht, der Leber Bauchwassersucht, der Gebärmutter und der Eierstöcke Bauchwassersucht, bei organischen Krankheiten des Hodens Hydrocele. Dabei gilt das Erfahrungsgesetz, dass gewöhnlich die dem kranken Organe zunächst gelegenen serösen Häute sympathisch afficirt werden. Ferner sind in den Krankheiten der Eingeweide, an welchen Schleimhäute participiren, die Schleimhäute in grösserer Ausdehnung immer afficirt. Bei den organischen Krankheiten der Gebärmutter entsteht weisser Fluss. Bei den Krankheiten der Lungen sind die Schleimhäute der Bronchien afficirt. Bei den Bildungskrankheiten des Magens, des Darmkanals entsteht oft eine anhaltende Verstopfung aus Mangel an Absonderung in der Schleimhaut des Tractus intestinalis.

Bei dem entzündlichen Zustande einer Schleimhaut ist das ganze System ergriffen, die nahegelegenen Muskeln sind entweder in ihren Bewegungen gehemmt, wie die Schlundmuskeln in der Entzündung des Schlundes, oder sie sind krampfhaft afficirt, wie das Zwerchfell, die Intercostalmuskeln im Reizhusten, welcher von der Schleimhaut der Lungen ausgeht. Mechanische Reizung der Schleimhaut bringt dieselbe Wirkung hervor. Man kennt die Krämpfe, welche von mechanischer Irritation der Stimmritze entstehen, das Würgen nach der Reizung der Schleimhaut des Schlundes; die Reizung der Schleimhaut der Blase, der Ureteren durch Steine, durch Entzündung bewirkt Krampf des

Sphincter ani, des Sphincter vesicae urinariae, Anziehung des Hodens durch den Musculus cremaster. Wir haben schon oben gesehen, dass die Reizung der Schleimhäute durchgängig krampfhafte Athembewegungen, wie beim Erbrechen, Niesen, Schluchzen, Husten u. s. w. erzeugen könne, und verweisen in Hinsicht der Erläuterung dieser Erscheinungen auf p. 723.

Von allen Membranen haben die fibrösen die geringste Wechselwirkung mit anderen Organen, selbst mit den Organen, welche sie umkleiden. Diese zum Schutz und zur Befestigung bestimmten Theile sind in dieser Hinsicht fast Isolatoren. Nur die Entzündung der fibrösen Häute kann wegen des Blutverkehrs und der Wechselwirkung der Gefässe heftige Symptome, auch in den von ihnen umkleideten Organe hervorbringen, gleichwie die Entzündung der Dura mater mit heftigen Hirnsymptomen verbunden ist.

Die Sympathien einzelner Gewebe mit ganzen Organen finden übrigens theils in den Gesetzen der Reflexion (p. 717., 745., 754., 757.), wenn solche Theile in keiner Verbindung stehen, wie die Haut und innere Organe, theils in der Wechselwirkung der Gefässverbindungen und Gefässnerven verbundener Theile (wie des Uterus und der Schleimhaut der Genitalien) ihre Erklärung.

### IV. Sympathien ganzer Organe unter sich.

Obgleich es zu den Grundbegriffen des Organismus gehört, dass ein Organ auf alle andere wirken kann: so ist doch die Leitung der Zustände vorzüglich zwischen den Organen gewisser Systeme oder Organgruppen erleichtert. Die hieher gehörenden Sympathien sind folgende:

1) Zwischen Organen, welche eine gleiche Bildung und Function haben, wie zwischen den verschiedenen Speicheldrüsen, zwischen dem Herzen und den Blutgefässen, zwischen Magen und Darmkanal, zwischen den Centralorganen des Nervensystems.

2) Zwischen Organen, welche, obgleich von verschiedener Bildung, doch zu demselben Organsystem gehören, wie die verschiedenen Organe des chylopoetischen Systems (Darmkanal, Drüsen, Milz), des uropoetischen Systems, der Genitalien, der beiden letzteren unter sich, des respiratorischen Systems (Kehlkopf, Luftröhren, Lungen).

3) Zwischen Organen, welche in anatomischem Zusammenhange durch Gefässe und ihre Nerven stehen, wie Lungen und Herz.

4) Zwischen allen wichtigeren Eingeweiden und den Centralorganen des Nervensystems. Hieher gehören die Mit-Affection des Gehirns bei Entzündung der Eingeweide, der Leber, der Lungen, des Darmkanals, die Affectionen des Magens und der Leber, Polycholie, Leberentzündung, nach Verletzungen und Reizungen des Gehirns etc.

Die sympathischen Erscheinungen dieser Art werden theils durch die Abhängigkeit verschiedener Organe eines Systems, oder anatomisch zusammenhängender Theile von gleichen Aus-

strahlungspunkten des Nerveneinflusses, theils durch den Einfluss der Centralorgane des Nervensystems auf alle Organe erklärt. Dass die Centralorgane hierbei wahrscheinlich einen grössern Einfluss als die Communication der sympathischen Nerven ausüben, sieht man an gewissen, durch Nervenzusammenhang oder anatomischen Zusammenhang ganz unerklärlichen Sympathien, wie zwischen Brust und Genitalien, zwischen Kehlkopf, Athemwerkzeugen, und Genitalien bei der Entwickelung der Pubertät, bei Ausschweifenden und Castraten. Sympathien, welche bis jetzt auch keiner andern Erklärung als derjenigen der Reflexion fähig, sind die der Parotis und des Hodens, deren entzündliche Affectionen sich zuweilen von einem auf das andere Organ versetzen.

### V. Sympathien der Nerven selbst.

Obgleich die Nerven die Ursachen des grössten Theils, wenn nicht aller consensuellen Erscheinungen sind, so trennen wir doch diejenigen Sympathien, bei welchen die Wechselwirkung bloss zwischen Nerven erfolgt, oder wo wenigstens ein Nerve es ist, welcher, dem Einflusse eines andern Theiles ausgesetzt, sympathische Erscheinungen zeigt. Man kann die hieher gehörigen Facta folgendermaassen ordnen:

*I. Sympathien der Nerven mit den Centraltheilen des Nervensystems.* Die Nerven erfordern zu ihrer naturgemässen Thätigkeit nicht allein den beständigen Einfluss der Centralorgane, wie meine und Sticker's Versuche (p. 639.) zeigen, nach welchen ein von dem Gehirn und Rückenmark längere Zeit getrennter Nerve gänzlich seine Reizbarkeit verliert; auch die Centralorgane können durch die Nerven verändert werden. Die hieher gehörigen Phänomene sind zum Theil schon in dem Capitel von der Reflexion p. 717. angeführt worden. Wir bedienen uns dieser Wechselwirkung in einer Menge von Fällen zur Heilung von Krankheiten der Centralorgane. Wir erregen das Rückenmark selbst, indem wir die von ihm entspringenden Nerven durch Bürsten der Haut und andere Frictionen, durch Senfteige, Blasenpflaster, Moxen, Haarseile u. s. w. reizen; wir wirken auf das Gehirn und Rückenmark vermittelst der Nerven bei den kalten und warmen Bädern, bei den Sturzbädern, beim Auftröpfeln kalten Wassers auf Hautstellen. Bisher waren diese Thatsachen zwar bekannt, weniger aber diejenigen physiologischen Thatsachen, aus welchen man jene ableiten kann; jetzt aber kann man sich aus den bei der Lehre von der Reflexion erläuterten Erscheinungen einen deutlichen Begriff von dem Processe jener Wechselwirkung machen. An jedem Theile des Körpers, namentlich der Haut, kann man durch mechanische, galvanische, chemische Einwirkung in den von dort entspringenden Nerven eine heftige centripetale Wirkung erzeugen, welche, wenn sie öfter wiederholt wird, im Stande ist, den gesunkenen Lebensprocess in denjenigen Theilen des Gehirns und Rückenmarkes, von welchen jene Nerven entspringen, anzufachen und so mittelbar auch auf andere Theile der Centralorgane zu wirken. Für die Therapie ergiebt sich aus diesen Be-

trachtungen, dass wir auf die Centralorgane auf sehr verschiedene Art einzuwirken vermögen, nämlich:

1) Durch unmittelbare Einwirkung auf dieselben durch in den Darmkanal, oder durch die Haut eingeflösste und ins Blut aufgenommene Materien, eine Methode, die sich in sehr vielen Fällen wegen der Unwirksamkeit solcher Mittel erfolglos zeigt.

2) Durch Wirkung auf die von den Centralorganen entspringenden Nerven, wovon die Therapie die herrlichsten Erfolge sieht.

*II. Sympathien der Empfindungs- und Bewegungsnerven.* In dem vorhergehenden Falle haben wir nur die Veränderung der Centralorgane selbst durch Eindrücke auf die Empfindungsnerven ins Auge gefasst; hier erwägen wir die hierbei auch erfolgenden Rückwirkungen von den Centralorganen auf andere Empfindungsnerven oder Bewegungsnerven. Die centripetale Erregung der Empfindungsnerven wirkt nicht bloss auf die Centralorgane, sie wird auch von diesen reflectirt. Diese Reflexion findet auch zwischen verschiedenen Empfindungsnerven statt. Daher sind wir im Stande, die Thätigkeit eines Empfindungsnerven, der unserer Behandlung nicht zugänglich ist, wie des Gehörnerven, des Gesichtsnerven, durch Reizung anderer, ihm physiologisch und in Hinsicht des Ursprunges verwandter Empfindungsnerven anzuregen. Hierauf gründet sich die Behandlung der Schwerhörigkeit, der Amblyopie mit Hautreizen u. s. w. Durch die Reflexion von den Empfindungsnerven auf die Bewegungsnerven vermittelst des Gehirns und Rückenmarkes heilen wir zuweilen örtliche Lähmungen einzelner Nerven, z. B. des N. facialis, die Ptosis palpebrarum durch Reizung der Gesichtsnerven u. s. w. Bei allen diesen seit langer Zeit erprobten Heilversuchen, die unter I. und II. erwähnt worden, zeigt sich jetzt schon die innigste Durchdringung unserer physiologischen und praktischen Kenntnisse. Welcher Fortschritt liegt in der Erkenntniss, dass man und warum man durch künstlich erregte Empfindungen wohlthätig auf Bewegungen wirken kann!

*III. Sympathien der paarigen Nerven.* Dahin gehören vorzüglich die paarigen Sinnesnerven, wie die beiden Optici, die Acustici, die Olfactorii, und die Nerven des Ciliarsystems.

Bei einer primären Affection des einen Auges, wo die Reizung ursprünglich nur auf dieses eingewirkt hat, erfolgt zuweilen Erkranken des andern Auges an derselben Krankheit. Ist ein Auge durch Entzündung zerstört worden, so wird zuweilen auch das andere ergriffen und zerstört. Die Affectionen des innern Ohres bleiben nicht immer isolirt. Ist erst das eine Ohr taub geworden, so wird es auch oft das andere. Die Sympathien der Bewegungsnerven des Auges und namentlich der Ciliarnerven sind bekannt genug. Die gleiche Oeffnung der Pupille beider Augen bei den verschiedensten äusseren Einflüssen auf das eine und andere, ist auch in der Gesundheit von dieser Sympathie bedingt. Diese Sympathien der paarigen Nerven äussern sich sehr häufig in den sogenannten Neuralgien, in den schmerzhaften Affectionen der Nerven. In Folge des nervösen Gesichtsschmerzes auf der einen Seite wird zuweilen auch der entsprechende Nerve der andern Seite

afficirt. Der Zahnschmerz, der seinen Grund in einem cariösen Zahne hat, wird nicht allein an der Stelle der Reizung, sondern zuweilen auch in dem entgegengesetzten paarigen Nerven gefühlt.

*IV. Sympathieen der Bewegungsnerven unter einander.* Die hieher gehörigen, äusserst zahlreichen Phänomene der Association der Bewegungen oder Mitbewegungen, wodurch die Intention zu einer Bewegung auch andere Bewegungen unwillkührlich hervorruft, sind schon oben p. 692. erläutert und erklärt worden.

*V. Sympathieen der Empfindungsnerven.* Die Sympathien der Empfindungsnerven zeigen uns vorzüglich drei Formen, welche bloss durch die Ausdehnung und Entfernung der in Consensus gezogenen Theile verschieden sind.

a. Im ersten Falle breitet sich eine heftige Empfindung, die an einer einzigen Stelle erregt worden, in Nerven derselben Art, oder in anderen Nervenfasern desselben Nerven aus; wie bei der durch eine ganz örtliche heftige Verbrennung entstehenden Irradiation der Empfindungen in die benachbarten Hautstellen. Die Erklärung dieser Erscheinungen ist schon oben bei der Lehre von der Irradiation behandelt worden.

b. Im zweiten Falle zieht der eine Empfindungsnerve einen Empfindungsnerven anderer Art, aber in demselben Organe in Affection. Diese Art von Sympathie beobachten wir vorzüglich zwischen den eigentlichen Sinnesnerven und den sogenannten Hülfsnerven der Sinnesorgane. Ausser den eigenthümlichen Sinnesempfindungen eines Sinnesorganes kommen nämlich in jedem Sinnesorgane auch noch die allgemeinen Empfindungen des Gefühls für Widerstand, Wärme, Kälte, Wollust, Schmerz in ihm, aber durch andere Nerven vor. Im Auge ist der N. opticus nur der Lichtempfindung, nach Magendie nicht der Gefühlsempfindung fähig; dagegen besitzt das Auge in den Zweigen vom ersten Aste des N. trigeminus, die sich in der Conjunctiva verbreiten, und in den Ciliarnerven auch Gefühlsempfindung; diese sind also die Hülfsnerven des Auges. Das Gehörorgan besitzt ausser dem N. acusticus, die vom N. facialis, glossopharyngeus, sympathicus, Ram. secundus und tertius N. trigemini und Ganglion oticum, in der Trommelhöhle sich verbreitenden Hilfsnerven, wovon ausführlicher in der speciellen Physiologie der einzelnen Nerven. Von diesen in der Schleimhaut der Trommelhöhle sich verbreitenden Nerven, und von den zahlreichen Nerven des äussern Ohrs und äussern Gehörganges rührt offenbar die Gefühlsempfindung des Gehörorganes her. Die Nase ist nicht allein der Sitz des Geruchs durch die Geruchsnerven, welche nach Magendie keiner Gefühlsempfindung fähig sind, sondern auch lebhafter Gefühlseindrücke durch die N. nasales vom zweiten Aste des N. trigeminus fähig, wohin die Empfindungen von Widerstand, Wärme, Kälte, Kitzel, Schmerz u. s. w. in der Nase gehören. Die Zunge ist sowohl der Geschmacksempfindung als der Gefühlsempfindung fahig, wie jedem bekannt ist.

In jedem Sinnesorgane kann die eine Art dieser Empfindungen aufgehoben seyn, während die andere verharrt. Die Sinnesnerven und Gefühlsnerven der Sinnesorgane sind nun einer sehr

lebhaften sympathischen Action fähig. Hieher hat man unter anderen auch die nach Verletzung des N. frontalis zuweilen beobachtete Blindheit gerechnet, von der es jedoch noch zweifelhaft ist, ob sie hieher gehört. Man glaubt, dass die Verletzung des Nervus frontalis auf den Stamm des Nervus ophthalmicus zurückwirke, der auch den N. naso-ciliaris abgiebt, welcher letztere die lange Wurzel des Ganglion ciliare bildet. Allein die Ciliarnerven können nur die Iris lähmen, nicht die Retina, mit welcher sie in keiner Verbindung stehen. Viel naturgemässer scheint mir die consecutive Blindheit nach Contusionen der Stirngegend von der Erschütterung des Auges und Sehnervens erklärt zu werden. Der treffliche v. Walther scheint mir zu weit gegangen zu seyn, wenn er so viel Gewicht auf das Ciliarnervensystem bei den Amaurosen und Amblyopieen legte. Viele andere Erscheinungen zeigen uns aber unzweideutige Beweise von Wechwirkung der Sinnesnerven, wie die Empfindung des Kitzels in der Nase nach dem Sehen in die Sonne, die Empfindungen von Schauder, Rieseln nach gewissen Tönen u. s. w. bezeugen. Wie diese Erscheinungen zu erklären sind, ist nach den in der Mechanik der Nerven aufgestellten Grundsätzen nicht sehr zweifelhaft. Da uns zuverlässig erwiesene Verbindungen dieser Sinnesnerven mit jenen Hülfsnerven durch den N. sympathicus nicht bekannt sind, so müssen diese Phänomene auch nur durch das Gesetz der Reflexion, nämlich durch Vermittelung des Gehirns zwischen der centripetalen Erregung, z. B. des Sehnerven und der Rückwirkung auf die Nasennerven beim Niesen und Gefühl von Kitzel in der Nase nach dem Sehen in die Sonne, erklärt werden. Tiedemann hat in der von ihm gegebenen vollständigen Darstellung aller Sympathieen der Sinnesorgane (*Zeitschr. für Physiologie. I.* 237.) die Thatsache hervorgehoben, dass alle Sinneswerkzeuge Zweige von dem sympathischen Nerven erhalten. Diess ist nicht zu läugnen; zur Erklärung der Sympathieen der Sinnesnerven mit anderen Empfindungsnerven ist aber erforderlich, dass nicht das Sinnesorgan überhaupt, welches ein sehr zusammengesetzter Theil von juxtaponirten Geweben ist, sondern der Sinnesnerve selbst eine solche Verbindung eingehe. Nun hat man zwar auch solche Verbindungen beschrieben. Tiedemann selbst beobachtete Zweige der Ciliarnerven, welche die Art. centralis retinae bis auf die Netzhaut begleiten; diess ist aber noch keine Verbindung des Sehnerven, oder der Retina mit dem N. sympathicus. Hirzel (Tiedemann's *Zeitschrift I.* 229.) beobachtete mehrmal eine Verbindung zwischen dem Ganglion sphenopalatinum und dem Sehnerven. Arnold verfolgte einen solchen Faden nur bis in die Scheide des Sehnerven, und laugnet die Verbindung mit diesem selbst. Varrentrapp (*observ. anat. de parte cephalica N. sympathici. Francof.* 1831.) sah diesen Faden nicht. Wenn aber auch der N. sympathicus wirklich einen Faden an den Sehnerven abgäbe, so lässt sich daraus auch noch nicht viel erklären; denn zu einer vollständigen Wechselwirkung, wie sie bei den Sympathieen stattfinden müsste, müsste dieser Verbindungsfaden des N. sympathicus mit allen im Sehnerven enthaltenen

Fasern sich verbinden; die Verbindung mit einer oder einigen Fasern würde nicht hinreichen. Dasselbe lässt sich von dem Gehörorgane bemerken. Koellner, Swan, Arnold, Varrentrapp beobachteten eine Verbindung des Nervus facialis und acusticus im Innern des meatus auditorius internus. Nach Arnold (*der Kopftheil des vegetat. Nervensystems. Heidelb.* 1831. *p.* 83.) ist diese Verbindung eine doppelte. Die eine gehört dem N. sympathicus an. Es geht nämlich vom Knie des N. facialis ein vom N. sympathicus abgeleiteter Faden zum N. acusticus. Beim Kalbe bildet dieser Faden auf dem Grunde des Meatus auditorius ein Knötchen. Mir scheint diese Anordnung, welche beim Kalb sehr deutlich ist, bestimmte organische Fäden ins Innere des Labyrinthes zu schicken. Wie denn auch die organischen zur Trommelhöhle gehenden Fäden der Jacobson'schen Anastomose wahrscheinlich den organischen Functionen, z. B. der Schleimabsonderung dienen mögen. Die zweite Verbindung des N. facialis und acusticus führt einen Faden der kleinern Portion des N. facialis zum Hörnerven. Da beide Nerven schon am Ursprung durch mehrere Nervenfädchen zusammenhängen, so kann jener Verbindungsfaden, als zum acusticus gehörig, aber mit dem facialis verlaufend angesehen werden. Eine ähnliche Bedeutung hat der Ramus acusticus accessorius vom facialis bei den Vögeln und bei den Cyclostomen.

Dasselbe, was von dem Verhältniss der Sinnesnerven zu ihren Hülfsnerven bemerkt wurde, gilt von den entfernteren Sympathieen der Sinnesorgane mit den Abdominaleingeweiden. Man hat zuweilen in Störungen der Verrichtungen der Unterleibseingeweide Amblyopie, Ohrenbrausen u. s. w. beobachtet; auch diese Wechselwirkungen erklären Viele durch den Antheil des N. sympathicus an den Verrichtungen der Sinnesorgane, da doch diese Erscheinungen viel leichter aus der Impression, welche die Veränderungen der Unterleibsnerven auf die Centralorgane machen, und aus der Rückwirkung der letzteren auf die Sinnesorgane erklärt werden. Man kann diese Veränderungen der Sinnesorgane in Unterleibskrankheiten nicht so isolirt betrachten; oft zeigt sich das ganze Nervensystem mit alterirt; hartnäckige Cephalalgieen sind der Affection der Sinnesorgane vorausgegangen oder noch vorhanden, das Gemeingefühl der gesammten Sensationsnerven, der Rückenmarksnerven ist alterirt.

Nachdem wir die verschiedenen Formen der Sympathieen zergliedert haben, ist es nöthig, noch einen Blick auf die Anwendung zu werfen, welche die Therapie von den Sympathieen macht. Die Lehre von der Statik des Consensus belehrt uns, wie wir uns hüten müssen, den krankhaften Zustand des Organes *A* durch Wirkungen auf das Organ *B* zu verstärken; sie zeigt uns aber auch die Mittel, den Zustand des unzugänglichen Organes *A* durch angemessene Veränderung des Organes *B* mit zu verändern. Die hieher gehörigen Heilmethoden haben den Namen der Ableitung und Gegenwirkung erhalten, indem sie durch die künstliche Veränderung des einen Organs einen Zustand in

einem andern Organe zu entfernen beabsichtigen. Die hieher gehörigen Fälle sind folgende:

1) Erhöhung der Thätigkeit des krankhaften Theiles *A* durch künstliche Erhöbung der Thätigkeit des sympathischen Theiles *B*.

2) Verminderung der Irritation des Theiles *A* durch Erschlaffung des sympathischen Theiles *B*.

Dieser Erfolg darf am meisten bei den Nervensympathieen erwartet werden, besonders überall, wo die Gesetze der Reflexion von Empfindungsnerven auf das Gehirn und Rückenmark, und von dort wieder auf die motorischen Nerven in Betracht kommen. Die ganze peripherische Ausbreitung der Hautnerven giebt dem Arzt ein grosses Feld der mittelbaren Einwirkung auf das Gehirn und Rückenmark. So erhöht die Thätigkeit der peripherischen Nervenenden in der Haut durch Friction, Elektricität, Moxen, kalte Bäder, Senfteige u. s. w. erzeugt, die Thätigkeit der Centralorgane; die Erschlaffung der peripherischen Nervenenden in der Haut durch laue Bäder wirkt besänftigend auf die Irritation der Centralorgane.

3) Verminderung der krankhaften Absonderung des Theiles *A* durch Vermehrung der Absonderung des Theiles *B*, oder durch Erzeugung einer ähnlichen Absonderung in dem Theile *B*. In diesem Falle ist die Wirkung ganz die entgegengesetzte des vorhergehenden Falles. Dort erzeugte die Wirkung auf *A* die gleiche in *B*. Hier erzeugt die Wirkung auf *A* die entgegengesetzte in *B*. Dieser Widerspruch erklärt sich aus dem schon p. 470. erläuterten Antagonismus der verschiedenen Absonderungen. Jede Vermehrung der Absonderung muss als Entziehung aus der Masse der Säfte betrachtet werden, und modificirt also das Gleichgewicht der Vertheilung der Säfte. Auf diese Art ist die Wirkung der Blasenpflaster, Fontanellen bei der Disposition innerer Theile zu krankhaften Ablagerungen, die Wirkung der Diuretica bei den Wassersuchten u. a. zu betrachten. Es ist nur zu bemerken, dass eine künstliche Absonderung auf einer Schleimhaut die krankhafte einer andern Schleimhaut, also desselben Gewebes, nicht leicht vermindert, weil innerhalb desselben Gewebes ähnliche Zustände sich zu verstärken streben. Vgl. p. 761.

4) Verminderung der Congestion von Blut in dem Organe *A* durch eine künstlich erregte Congestion *B*; wie bei der Wirkung der heissen Fussbäder. Dieser Fall gleicht dem vorhergehenden und widerspricht den beiden ersten; erklärt sich aber auf dieselbe Weise.

5) Verminderung des Zustandes *x* in dem Theile *A* durch künstliche Erzeugung eines davon verschiedenen Zustandes *y* in dem Theile *B* desselben Gewebes. Eine Methode, der wir uns häufig mit dem grössten Erfolge bedienen. Absonderung und Entzündung sind besonders in einem absondernden Theile fast als entgegengesetzte Zustände zu betrachten. Die Entzündung hebt immer die natürlichen Absonderungen auf. Daher die Entzündung der Schleimhaut des Rachens mit Erfolg durch künstlich erregte Diarrhoe behandelt wird. Es lässt sich diese Methode eben so auf verschiedene Gewebe anwenden. Eine Diar-

hoe vermindert die Congestion zu dem Kopfe. Dieser Fall gehört jedoch dann schon unter das bei 4. aufgestellte Verhältniss.

6) Verminderung des Zustandes $x$ in dem Organ $A$ durch Erzeugung desselben Zustandes $x$ in dem Organe $B$. Dieser Fall scheint den meisten vorher ausgeführten zu widersprechen, und ist die Erklärung desselben sehr schwer. Wollte man ganz in der Nähe eines entzündeten Theiles eine künstliche Entzündung bewirken, so würde die erste dadurch nicht vermindert, sondern vermehrt werden, zumal in Theilen desselben Gewebes, welche Affinität zur Mittheilung haben. Und dennoch beschränkt zuweilen eine in einer gewissen Entfernung von dem entzündeten Organe $A$ erregte Entzündung des Organes $B$ die erstere. Man behandelt Augenentzündungen durch künstlich erregte Hautentzündungen in einiger Entfernung vom Auge. Man erregt Hautentzündungen in Gelenkkrankheiten u. s. w. Der Erfolg dieser Methode scheint zu beweisen, dass zwischen den Reizungszuständen der Capillargefässe zweier Organe, besonders wenn sie verschiedenen Gewebes sind, nicht dasjenige Reflexionsverhältniss herrscht, welches wir so deutlich in den unter 1. und 2. erläuterten Fällen zwischen peripherischen und centralen Theilen beobachten, wo die Reizung der peripherischen Nervenzweige die Reizung der Centralorgane nicht aufhebt, sondern auch die Thätigkeit der letzteren erhöht.

---

## *IV. Abschnitt.* Von den Eigenthümlichkeiten der einzelnen Nerven.

### *I. Capitel.* Von den Sinnesnerven.

Man hat die Nerven immer als Leiter für die Wechselwirkung unserer Organe mit der Aussenwelt angesehen, und so betrachteten die Aerzte die Sinnesnerven als blosse Leiter für die Qualitäten der äusseren Dinge, so dass die Nerven gleichsam passiv die Eigenschaften der Körper dem Bewusstseyn überbringen sollten, ohne etwas an den Eindrücken von diesen Qualitäten zu verändern. In der neuern Zeit haben die Physiologen angefangen, diese Vorstellungen von passiver Leitung der Eindrücke durch die Nerven zu analysiren. Sind die Nerven bloss passive Leiter für die Eindrücke des Lichtes, der Tonschwingung, der Riechstoffe: wie kömmt es, dass derjenige Nerve, welcher die Riechstoffe riecht, nur für diese Art von Eindrücken empfänglich ist, für andere nicht, und dass ein anderer Nerve hinwieder die Riechstoffe nicht riechen kann; dass der Nerve, welcher die Lichtmaterie oder die Oscillationen derselben empfindet, die Oscillationen der schallleitenden Körper nicht empfindet, und der Gehörnerve für das Licht, der Geschmacksnerve für die

Gerüche unempfindlich ist, der Gefühlsnerve die Schwingungen der Körper nicht als Ton, sondern als Gefühl von Erzitterungen empfindet. Diese Betrachtungen haben die Physiologen genöthigt, den einzelnen Sinnesnerven eine specifische Empfänglichkeit für gewisse Eindrücke zuzuschreiben, vermöge welcher sie nur Leiter für gewisse Qualitäten, nicht aber für andere seyn sollten.

Die Vergleichung der Thatsachen mit dieser Erklärung, an welcher man noch vor 10 und 20 Jahren nicht im geringsten zweifelte, zeigte aber bald, dass sie unbefriedigend ist. Denn dieselbe Ursache kann auf alle Sinnesorgane zugleich einwirken, wie die Elektricität; alle sind dafür empfänglich, und dennoch empfindet jeder Sinnesnerve diese Ursache auf eine andere Art; der eine Nerve sieht davon Licht, der andere hört davon einen Ton, der andere riecht, der andere schmeckt die Elektricität, der andere empfindet sie als Schmerz und Schlag. Ein Nerve sieht von mechanischem Reiz ein leuchtendes Bild, der andere hört davon Brausen, der andere empfindet Schmerz. Der vermehrte Reiz des Blutes erregt in dem einen Organe spontane Lichtempfindungen, in dem andern Brausen, in dem andern Kitzel, Schmerz u. s. w. Wer die Nothwendigkeit fühlte, die Consequenzen dieser Thatsachen durchzudenken, musste einsehen, dass die specifische Empfänglichkeit der Nerven für gewisse Eindrücke nicht hinreicht, da alle Sinnesnerven für dieselbe Ursache empfänglich, dieselbe Ursache anders empfinden; und so lernten Einige einsehen, dass ein Sinnesnerve kein bloss passiver Leiter ist, sondern dass jeder eigenthümliche Sinnesnerve auch gewisse unveräusserliche Kräfte oder Qualitäten hat, welche durch die Empfindungsursachen nur angeregt und zur Erscheinung gebracht werden. *Die Empfindung ist also nicht die Leitung einer Qualität oder eines Zustandes der äusseren Körper zum Bewusstseyn, sondern die Leitung einer Qualität, eines Zustandes unserer Nerven zum Bewusstseyn, veranlasst durch eine äussere Ursache.* Wir empfinden nicht das Messer, das uns Schmerz verursacht, sondern den Zustand unserer Nerven schmerzhaft; die vielleicht mechanische Oscillation des Lichtes ist an sich keine Lichtempfindung; auch wenn sie zum Bewusstseyn kommen könnte, würde sie das Bewusstseyn einer Oscillation seyn: erst dass sie auf den Sehnerven als den Vermitteler zwischen der Ursache und dem Bewusstseyn wirkt, wird sie als leuchtend empfunden; die Schwingung der Körper ist an sich kein Ton: der Ton entsteht erst bei der Empfindung durch die Qualität des Gehörnerven, und der Gefühlsnerve empfindet dieselbe Schwingung des scheinbar tönenden Körpers als Gefühl der Erzitterung. Wir stehen also bloss durch die Zustände, welche äussere Ursachen in unseren Nerven erregen, mit der Aussenwelt empfindend in Wechselwirkung.

Diese Wahrheit, welche sich aus einer einfachen und unbefangenen Zergliederung der Thatsachen ergiebt, führt uns nicht allein zur Erkenntniss der eigenthümlichen Kräfte der verschiedenen Empfindungsnerven, abgesehen von ihrem allgemeinen Unterschiede von den motorischen Nerven, sondern zeigt uns auch

den Weg, eine Menge von irrthümlichen Vorstellungen über die Fähigkeit der Nerven, einander zu ersetzen, aus der Physiologie ein- für allemal zu verbannen. Man weiss längst, dass Blinde die Farben mit den Fingern *nicht* als Farben erkennen können; aber wir sehen nun die Unmöglichkeit davon aus Thatsachen ein, welche erklärend für viele andere Thatsachen sind. Wie sehr sich auch das Gefühl der Finger bei einem Blinden durch Uebung steigern mag, es bleibt immer Qualität der Gefühlsnerven, Gefühl.

Hieraus widerlegen sich auch die oft noch gangbaren Vorstellungen von Compensation des N. opticus durch den N. trigeminus, des N. olfactorius durch denselben u. dergl.

Einigen Thieren mit Augen hat man den N. opticus abgesprochen, und die Gesichtsempfindung durch den Ram. ophthalmicus n. trigemini geschehen lassen, wie beim Maulwurf und Proteus anguinus. Diess beruht indess beim Maulwurf auf nicht hinreichend genauer Untersuchung, und wahrscheinlich ist es eben so beim Proteus. Der Maulwurf besitzt einen ungemein feinen Sehnerven und ein sehr zartes Chiasma n. opticorum, wie mir Dr. Henle gezeigt hat. Von den Cetaceen hat man gesagt, dass der Geruchsnerve, welcher nach Blainville, Mayer, Treviranus äusserst fein und rudimentär, aber doch vorhanden ist (Treviranus *Biologie V.* 342.), durch die Nasaläste des N. trigeminus ersetzt werde. Wie wenig diese Annahme gerechtfertigt ist, geht aus der Bemerkung hervor, dass wir nicht den entferntesten Beweis haben, dass die Cetaceen riechen. Magendie glaubte zeigen zu können, dass der N. olfactorius gar nicht Geruchsnerve sey, und dass der Geruch den N. nasales des N. trigeminus zugetheilt werden müsse. *Journal de physiol. T. IV.* 169. Er bemerkte, dass die Zerstörung der Geruchsnerven die Empfindung für Essigsäure, flüssiges Ammonium, Lavendelöl, Dippelsöl, welche in die Nase gebracht worden, nicht aufhebt, indem die Thiere die Nase mit den Füssen rieben und niessten. Diess beweist, wie Eschricht (*Diss. de funct. primi et quinti paris in olfactorio organo.* Magendie *Journal de physiol. T. VI. p.* 339.) zeigt, und jeder leicht einsieht, dass die Geruchsnerven eben nur die Geruchsnerven und nicht die Gefühlsnerven der Nase sind. Denn alle die genannten Stoffe erregen auch das allgemeine Gefühl der Nasenschleimhaut, welches von den Nasalästen des N. trigeminus abhängt. Fleisch erregt nur die Geruchsempfindung, und hier gesteht Magendie selbst, dass, wenn einem Hunde ein in Papier gewickeltes Stück Fleisch hingelegt wurde, nachdem ihm die N. olfactorii zerstört worden, er diess nicht bemerkte. Dass der Geruch bei Mangel der Geruchsnerven oder nach Zerstörung derselben bei Menschen fehlte, haben die Fälle von Rudius, von Rolfink, Magnenus und Oppert, von Balonus, Loder und Serres gezeigt. Vergl. Eschricht a. a. O. Backer *comment. ad quaest. physiol. Traject.* 1830. Dagegen wollen Mery, Berard bei Verhärtung der Geruchsnerven oder der vorderen Lappen des Gehirns Geruch bemerkt haben. Mery *hist. de l'anat. et chirurg. par* Portal. *T. III. p.* 603. Magendie *Journal. T. V.* 17.

Aber wer steht uns dafür, dass diese Männer sich nicht eben so, wie MAGENDIE getäuscht, und die Gefühlsempfindungen der Nase mit den Geruchsempfindungen verwechselt haben.

Sonst nahm man an, dass der Gehörnerve bei den Fischen von dem N. trigeminus ersetzt werde. Noch SCARPA und CUVIER glaubten diess. Diess haben TREVIRANUS und E. H. WEBER widerlegt. Bei einigen Fischen geht nach WEBER (*de aure et auditu. Lips.* 1820.) ein Faden vom N. trigeminus zum N. acusticus, wie bei Silurus glanis und Muraena anguilla. Es giebt aber nach WEBER einen Hülfsnerven des Gehörorganes, der bald selbstständig vom Gehirn, bald vom N. trigeminus oder vom N. vagus zu entspringen scheint, und zur Ampulla des hinteren Kanales und zum Sacke geht. Die Rochen haben einen vom Gehirn selbst entspringenden N. accessorius nervi acustici. Nach BUECHNER (*mém. de la soc. d'hist. nat. de Strasb. T. II. livr.* 2.) ist der N. acusticus accessorius einiger Knochenfische für den Steinsack und die hintere Ampulle auch nicht ein Ast anderer Nerven, sondern ein besonderes Bündel aus der Medulla oblongata. Bei den Petromyzon beobachteten SCHLEMM und D'ALTON einen N. acusticus accessorius zum Labyrinth aus dem Facialis, denselben beobachtete ich bei den Myxinoiden. Man muss auf die Beobachtung, dass der Nervus acusticus accessorius zuweilen von anderen Nerven entspringt, auch nicht zu viel Werth legen. Diess ist wohl nur ein juxtaponirtes Fortgeben ganz verschiedener Fasern, so wie wir in dem N. lingualis des Menschen, welcher wirklich Geschmacks- und Gefühlsnerve der Zunge zugleich ist, das Zusammenliegen ganz verschiedener Geschmacks- und Gefühlsfasern voraussetzen müssen. Daher geht auch aus der von TREVIRANUS (TIEDEMANN's *Zeitschrift. V.*) beobachteten Varietät für die Physiologie nichts hervor, dass nämlich bei einigen Vögeln der N. vestibuli ein Ast des N. facialis seyn soll. Bei der Gans ist der N. vestibuli ein Ast des eigentlichen N. acusticus, und der N. facialis geht nur dicht über ihn hin. Was könnte überhaupt eine Juxtaposition von functionell verschiedenen Fasern in einer Scheide für die Physiologie beweisen?

Der Geschmacksnerve scheint nie als besonderer Nerve aufzutreten, und seine Fasern vielmehr nur in anderen Nerven eingeschlossen zu seyn. Wahrscheinlich gehören hieher sowohl der Zungenast als die Gaumenäste des Trigeminus. Denn Gaumen und Zunge haben Geschmack. Käse, den Gaumen allein berührend, wird deutlich geschmeckt. Selbst im Schlunde finden die dem Geschmack verwandten Empfindungen des Ekels statt.

Nach Verletzung des N. trigeminus in Krankheiten hat man Verlust des Geschmacks beobachtet. PARRY *Elem. of pathol. and therap. V.* 1. MUELLER's *Archiv.* 1834. *p.* 132. MAGENDIE machte dieselbe Beobachtung nach Durchschneidung des N. lingualis, damit stimmen auch die Versuche von MAYO und diejenigen, welche ich mit Prof. GURLT und Dr. KORNFELD anstellte.

Nach PANIZZA (*Richerche sperimentali sopra i nervi. Pavia* 1834.) dauert hingegen der Geschmack der Thiere nach Durchschnei-

dung des N. lingualis fort, indem sie Brot, Milch, Fleisch mit Coloquinten oder Quassia zwar zu fressen versuchen, aber sie sogleich verschmähen, während sie nach Durchschneidung des N. glossopharyngeus auch Bitterkeit verschlucken. PANIZZA en betrachtet daher den N. lingualis als blossen Gefühlsnerven, den N. glossopharyngeus als Geschmacksnerven.

Jedenfalls kann der N. glossopharyngeus kein blosser Empfindungsnerve seyn; denn seine Wurzel ist gemischt, zum Theil gangliös, zum Theil nicht gangliös und er verbreitet sich zum Theil in einem blossen Muskel, im M. stilopharyngeus. Dann machen auch neuere Versuche die Theorie von PANIZZA zweifelhaft.

War nach Durchschneidung des N. lingualis noch Geschmack vorhanden, so konnte er von den Gaumenästen des N. trigeminus abhängen. In den Versuchen von GURLT, KORNFELD und mir war nach Durchschneidung des N. glossopharyngeus ganz deutlicher Geschmack vorhanden. Dergleichen Versuche sind sehr schwierig und es sind mancherlei Täuschungen dabei möglich. Pferde und Hunde fressen das mit den grössten Bitterkeiten impraegnirte Futter, selbst wenn alle ihre Nerven unversehrt sind, sobald sie hungrig sind. Nicht daran, dass sie Bitteres fressen, sondern daran, wie sie es fressen, kann man den Mangel oder das Vorhandenseyn des Geschmacks erkennen. Siehe KORNFELD *de functionibus nervorum linguae experimenta. Berol.* 1836. Auch die Versuche von ALCOCK sind der genannten Theorie nicht günstig. *Lond. med. gaz.* 1836.

Der N. lingualis ist übrigens auch der Gefühlsempfindung fähig und von ihm hängen wie zugleich vom N. glossopharyngeus die Tast- und Gefühlsempfindungen der Zunge ab. Die Durchschneidung des N. lingualis ist sehr schmerzhaft, wie MAGENDIE, DESMOULINS und ich beobachteten. Vielleicht sind besondere Fasern für die Geschmacksempfindungen und Gefühlsempfindungen im N. lingualis juxtaponirt. Zum Gefühlsantheil kann jedenfalls die Chorda tympani gerechnet werden.

Die Geschmacksfasern können sich sehr verschiedenen Nerven anschliessen. Bei den Vögeln ist der Geschmacksnerve ein Ast des Nervus glossopharyngeus, bei den Fröschen ein Ast des Nervus vagus.

Nach der Durchschneidung des Stammes des Nervus trigeminus in der Schädelhöhle will MAGENDIE bemerkt haben, dass fast alle Sinnesfunctionen aufgehört haben. *Journ. de physiol. IV.* 302. Dass das Sehvermögen erloschen seyn sollte, schloss MAGENDIE daraus, dass das Thier das Licht der Lampe nicht bemerkte. Allein Kaninchen reagiren hiergegen oft nicht, ohne dass man den Nervus trigeminus darum zu zerschneiden braucht. Auch gesteht MAGENDIE selbst, dass beim Einfallen von Sonnenlicht in einen dunkeln Raum die Augenlieder des Thieres sich schlossen, und noch deutlicher bemerkte man diess, als das Licht durch eine Linse gesammelt ins Auge einfiel. MAGENDIE beweist nun durch Experimente an Thieren, was wir leider aus so vielen Erfahrungen an Menschen wissen, dass nach der Lähmung des N. opticus der N. trigeminus nicht

das Licht empfinden kann; allein Magendie meint, die Sensibilität des N. trigeminus sey wenigstens behülflich und nöthig für die volle Sehkraft des Nervus opticus. Magendie glaubte auch, dass der N. trigeminus zum Hören nöthig sey. Wenn ein Thier nach Durchschneidung eines so ungeheuren Nerven, als der N. trigeminus ist, nicht sogleich noch für andere Reizversuche aufgelegt ist, so beweist dies nichts weiter, als eine sehr grosse vorausgegangene Verletzung. Wir wissen ja, dass nach Durchschneidung grosser Nervenstämme wie des N. opticus selbst schlimme Nervenzufälle entstanden sind. Nach meiner Ansicht hat der N. trigeminus durchaus keinen Einfluss weder auf das Sehen, noch das Hören und Riechen. Bei einem Epileptischen, der an einer Augenentzündung und Verdunkelung der Cornea rechter Seite litt, und bei dem das Sehen auf diesem Auge aufhörte, hernach auch die Augenlieder, Nase und Zunge rechts unempfindlich und das rechte Ohr taub wurden, das Zahnfleisch scorbutisch wurde, beobachtete Serres eine Entartung der Portio major N. trigemini bis zur Pons Varolii. Magendie *Journ. de physiol. V.* 232. Allein die Blindheit war eine Folge der Verdunkelung der Cornea. Alle übrigen Veränderungen der Sinne werden mit den Convulsionen der rechten Seite aus der Degeneration des Gehirns erklärbar. Die Consequenzen aus diesem Falle werden übrigens ganz durch einen andern Fall von Entartung des ganzen Stammes des N. trigeminus widerlegt, in welchem Unempfindlichkeit der ganzen linken Kopfseite, der Nase, Zunge, des Auges, bei vollem Sehvermögen stattfand. Mueller's *Archiv für Anatomie und Physiologie.* 1834. p. 132.

## *II. Capitel.* Von den Eigenthümlichkeiten anderer Nerven.

### Augennerven.

Ob der N. oculomotorius, abducens und trochlearis ausser ihrer motorischen Kraft auch sensibel sind, ist noch unbekannt. Desmoulins behauptet, dass sie gezerrt, gequetscht keinen Schmerz verursachen. Allein die Entscheidung bei so kleinen Nerven ist schwierig unter vorausgegangenen starken Verletzungen zur Blosslegung dieser Nerven. Der N. oculomotorius versieht den Musculus levator palpebrae sup., den obern und untern graden Augenmuskel, den graden innern und den schiefen untern, und giebt durch den Nervenzweig des untern schiefen Augenmuskels die kurze Wurzel des Ganglion ciliare ab, während die lange Wurzel vom N. nasalis herkommt, welche letztere auch einen Faden vom Plexus cavernosus des N. sympathicus erhält.

Eine besondere Betrachtung verdient der Einfluss des N. oculomotorius und nasociliaris auf die Iris. Desmoulins führt an, dass nach den Erfahrungen von Fowler, Reinhold und Nysten der Galvanismus durch das dritte Paar Contraction der Iris bewirke. Dass der N. oculomotorius durch die kurze Wurzel des Ganglion ciliare die Bewegungen der Iris bestimmt, und dass die

lange Wurzel vom N. nasociliaris trigemini hieran keinen Antheil hat, ist durch Mayo's schöne Untersuchungen erwiesen. *Anatomical and physiological commentaries. London* 1823. Magendie *Journal de Phys. T.* 3. *p.* 348.

Folgendes sind die Resultate der Versuche an 13 lebenden Tauben angestellt, von denen wir aus Muck (*De ganglio ophthalmico. Landish.* 1815.) wissen, dass sie zwei Wurzeln des Ganglion ciliare, eine vom N. oculomotorius, die andere vom N. trigeminus haben.

1) Die Durchschneidung des N. opticus in der Schädelhöhle bewirkt die Erweiterung der Pupille, die sich nicht mehr zusammenzieht, ohngeachtet des heftigen Lichtreizes. Auch Magendie sah nach Durchschneidung des N. opticus bei Hunden und Katzen Erweiterung der Pupille, und Unbeweglichkeit der Iris. Dagegen bei Kaninchen und Meerschweinchen Unbeweglichkeit und Verengung.

2) Die Section des N. oculomotorius im Schädel einer lebenden Taube bewirkt denselben Erfolg; in beiden Fällen, sowohl nach der Durchschneidung des N. opticus als des N. oculomotorius, behält das Auge seine Sensibilität auf der Oberfläche.

3) Die Section des N. trigeminus in der Schädelhöhle bewirkt keine Veränderung in den Bewegungen der Iris, aber die Oberfläche des Auges verliert ihre Sensibilität (durch die Aeste des N. ophthalmicus, die sich in der Conjunctiva verbreiten).

4) Wenn man den N. opticus in der Schädelhöhle einer lebenden Taube, oder unmittelbar nach der Decapitation mechanisch reizt, zieht sich die Iris jedesmal mit Verkleinerung der Pupille zusammen. (Ist auch von Flourens gesehen.)

5) Wenn man den N. oculomotorius auf dieselbe Art zerrt, hat dasselbe statt.

6) Wenn man das fünfte Paar zerrt, erfolgt keine Veränderung der Pupille.

7) Wenn man die Sehnerven in der Schädelhöhle einer Taube unmittelbar nach der Decapitation durchschneidet, und den Theil der Sehnerven zerrt, der mit dem Auge verbunden ist, erfolgt keine Veränderung der Pupille; wenn man dagegen den Theil des Sehnerven zerrt, der mit dem Gehirn verbunden ist, so erfolgt Verengung der Pupille, eben so als wenn der Nervus opticus nicht durchschnitten wäre.

8) Die Section des fünften Paares bewirkte keine Modification in diesem Erfolge.

9) Nach der Section des dritten Paares im Gegentheil hat die Reizung des Nervus opticus, sey er noch ganz oder durchschnitten, gar keinen Einfluss auf die Pupille.

Aus diesen Versuchen kann man mit Sicherheit schliessen, dass der N. oculomotorius die motorische Kraft dem Ganglion ciliare und den Ciliarnerven ertheilt, dass der Lichtreiz nicht unmittelbar auf die Ciliarnerven wirkt, sondern dass die Irritation der Netzhaut, des Sehnervens auf das Gehirn wirkt, und vom Gehirn auf den N. oculomotorius und die kurze motorische Wurzel des Ganglion ciliare zurückwirkt. Diess geht auch aus der be-

kannten Erfahrung hervor, dass das amaurotische Auge, wo die Netzhaut gelähmt ist, die Beweglichkeit der Iris durch Lichtreiz auf das amaurotische Auge verloren hat, dass die Iris dieses Auges sich aber bewegt, wenn das Licht auf das andere gesunde Auge einfällt. Es folgt ferner aus Mayo's Versuchen, dass die allgemeine Sensibilität des Auges vom Nervus trigeminus abhängt, der durch Zweige des Nervus ophthalmicus die Sensibilität der Conjunctiva, durch die lange Wurzel des Ganglion ciliare die Sensibilität im innern Auge bewirkt. Die sympathischen Zweige beherrschen die Ernährung des Auges; wir haben schon gesehen, wie der Nervus sympathicus durch seine Verbindung mit dem Ganglion ciliare Einfluss auf die Ernährung des Auges hat, und nach der Zerstörung des Ganglion cervicale supremum Augenentzündung mit Exsudation folgt. S. oben p. 675. Die Section des Nervus trigeminus hat bei den Kaninchen, Meerschweinchen, Hunden, Katzen, nach Magendie's Versuchen Unbeweglichkeit der Iris zur Folge; und die Pupille ist bei den Hunden und Katzen weit, eng bei den Kaninchen und Meerschweinchen. Desmoulin's *Anat. des syst. nerv. T.* 2. p. 712. Hier muss eine Rückwirkung auf das Gehirn stattfinden.

Wir können uns jetzt mit der Art des Einflusses des N. oculomotorius auf die Bewegung der Iris beschäftigen, worüber ich mehrere eigenthümliche Beobachtungen gemacht habe. Der N. oculomotorius bewirkt häufig eine Contraction der Iris, sobald er willkührlich thätig oder unwillkürlich afficirt ist. Da der N. oculomotorius von den graden Augenmuskeln nur den Rectus externus nicht versieht, so kann man also bei willkührlicher Drehung des Auges nach aussen gewiss seyn, dass der N. oculomotorius nicht thätig ist; bei willkührlicher Drehung des Auges nach innen, dass der N. oculomotorius thätig ist. Man wird sich aber überzeugen, dass die Pupille bei gleicher Lichtintensität kleiner wird, sobald das eine Auge geschlossen ist und das andere ganz nach innen gedreht wird, dass die Pupille grösser wird, sobald das Auge nach Aussen gedreht wird. Hieraus geht unwiderleglich hervor, dass bei jeder willkührlichen Bewegung des Auges, wobei der Zweig des N. oculomotorius zum innern graden Augenmuskel thätig, die Iris mit thätig ist, und dass sie unthätig, die Pupille weit wird, wenn der N. abducens wirkt.

Wird das eine Augen nach aussen, das andere nach innen gedreht, so bemerkt man keine auffallende Veränderung der Pupille, wegen der entgegengesetzten Bedingungen. Convergiren beide Augen stark, so ist die Verengung der Pupille am stärksten, mag man nun einen seitlichen nahen, oder einen geraden nahen Gegenstand betrachten; je mehr die Augen dagegen parallel stehen, und die Musculi recti interni, welche vom Nervus oculomotorius abhangen, unthätig werden, um so weiter wird die Pupille.

Durch den Zusammenhang der motorischen Wurzel des Ganglion ciliare mit dem N. oculomotorius kann man daher die Iris sympathisch willkührlich verändern, d. h. die Iris zieht sich von selbst zusammen, sobald die Willkühr auf den N. oculomotorius al-

lein wirkt. Da man nun beim Sehen in der Nähe die Augenachsen convergirt, und die Augen mehr nach innen dreht, beim Sehen in die Ferne mehr von einander entfernt, so wird die Pupille beim Sehen in der Nähe viel enger, beim Sehen in die Ferne viel weiter. Die Bewegungen der Iris bei den Vögeln sind nicht gerade mehr willkührlich als die unseren; die Pupille der Vögel wird sehr eng, wenn man auf sie zugeht und sie in Leidenschaften setzt.

Ich werde nun zeigen, dass nicht allein der schon genannte Zweig des N. oculomotorius zum Musculus rectus internus diesen sympathischen Einfluss auf die Bewegung der Iris hat, sondern auch andere Zweige, namentlich der Zweig, der zum Obliquus inferior geht, dasselbe thun. Der Musculus obliquus inferior rollt das Auge so, dass die Pupille nach oben und einwärts steht. Macht man diese Bewegung willkührlich, so wird die Pupille sehr eng. Diese Bewegung des Auges wird von selbst unwillkührlich im Einschlafen, im Schlaf, in der Trunkenheit und in Nervenzufällen ausgeführt; daher findet man im Schlafe die Pupille eng.

Die im Schlafe verengerte Pupille kann sich übrigens durch die Reizung des Lichtes noch enger zusammenziehen, wie Hawkins bei Mayo aus Beobachtungen berichtet. Beim Erwachen wird die Pupille mit einigen unregelmässigen Contractionen wieder weiter.

Die vergleichende Anatomie bestätigt im Allgemeinen die physiologischen Resultate. Die Ciliarnerven bestehen constant aus Zweigen des N. oculomotorius und des N. nasalis; hiebei finden folgende Verschiedenheiten statt:

1) Zweige vom N. oculomotorius und nasalis verbinden sich als Wurzeln zum Ganglion ciliare. Die Ciliarnerven sind theils Zweige des Ganglion, theils des N. nasalis selbst. So ist es nach Muck's und Tiedemann's ausführlichen und genauen Untersuchungen beim Hund, Hasen, Ochsen, Schaf, Ziege, Hirsch, Reh, Schwein, Eule, Taube, Papagey, Gans, Truthahn, Kiebitz, (Schildkröte Bojanus).

2) Das Ganglion gehört zunächst der Wurzel des N. oculomotorius an, und die Ciliarnerven des Ganglions gehen zum Theil zum Auge, und verbinden sich zum Theil schlingenförmig mit den Ciliarnerven des N. nasalis, die auch zum Theil allein zum Auge gehen. So ist es bei der Katze, bei Falken, Reiher, Raben, Hahn, Ente, Mergus und Sterna. Ich halte diesen Fall bloss für eine Varietät des ersten.

3) Beim Kaninchen fand Muck gar keine Verbindung der Radix N. oculomotorii und des N. nasalis, sondern beide Nerven geben einzeln für sich die Ciliarnerven ab. Nach Retzius liegt das Ganglion fast in der Scheide des N. oculomotorius.

4) Desmoulins läugnet die Ciliarnerven des N. nasalis ganz beim Kaninchen, Meerschweinchen und der Wasserratte, so dass der N. oculomotorius allein Ciliarnerven abgäbe. Diese Thiere, wie die Nager überhaupt, sollen auch kein Ganglion haben (?).

5) Es giebt kein Thier mit beweglicher Iris, welches nicht Ciliarnerven vom N. oculomotorius erhielte, und wo der N. nasa-

lis allein Ciliarnerven abgäbe. Der N. oculomotorius bleibt immer ein Hauptnerve für die Ciliarnerven, so lange die Iris beweglich ist. Zwar hatten Muck und Tiedemann behauptet, beim Pferde finde weder ein Ganglion statt, noch gebe der N. oculomotorius Ciliarnerven ab, allein Retzius hat sowohl das ausserordentlich kleine Ganglion, als die Verbindung mit den zwei Wurzeln aufgefunden. *Isis* 1827. p. 997. So ist es auch wahrscheinlich ein Irrthum, wenn nach Muck beim Eichhörnchen der N. oculomotorius nichts zu den Ciliarnerven beitragen soll.

6) Bei den Fischen ist die Iris fast durchgängig ganz unbeweglich. Muck und Tiedemann fanden bei Salmo Hucho Ciliarnerven vom N. oculomotorius und nasalis, die sich zum Theil verbinden; beim Karpfen vom N. oculomotorius. Nach Schlemm's und d'Alton's Untersuchungen und Mittheilungen an mich unterscheiden sich die Fische von den übrigen Thieren in Hinsicht der Ciliarnerven nicht. Sie fanden in der Regel die gewöhnlichen beiden Wurzeln. Mueller's *Archiv.* 1837. *LXXVIII.*

7) Bei den Säugethieren verbreitet sich der Nervus abducens auch im Musculus suspensorius und bei den Vögeln in den Muskeln der Nickhaut.

8) Bei den Cetaceen giebt der N. trigeminus nach Rapp und Bruns auch Augenmuskeläste, während die besonderen Augenmuskelnerven auch vorhanden sind. Dasselbe geschieht nach Schlemm und d'Alton bei den Petromyzon.

9) Die Petromyzon haben nach Schlemm nur zwei besondere Augenmuskelnerven, den N. oculomotorius und trochlearis, welche sich in der Augenhöhle verbinden.

10) Den Myxinoiden fehlen der 3., 4. und 6. Hirnnerve mit den Augenmuskeln ganz.

Einfluss des Gehirns auf die Augennerven. Desmoulins und Magendie berichten, dass nach Section der Pedunculi cerebelli ad pontem bei den Säugethieren das Auge der verletzten Seite vorwärts und abwärts, das Auge der andern Seite aufwärts und rückwärts gerichtet wird. Dasselbe Resultat fand sich nach der Section der Pons Varolii.

## Nervus trigeminus.

Von der sensibeln und motorischen Portion dieses Nerven ist schon in dem Abschnitte von den Empfindungs- und Bewegungsnerven ausführlich gehandelt und gezeigt worden, dass der erste und zweite Ast dieses Nerven beim Menschen bloss sensorielle Zweige abgeben, der dritte Ast aus beiden Portionen des Nerven gemischt, theils sensorielle, theils motorische Aeste abgiebt, so dass unter die sensoriellen der Ramus alveolaris inferior, temporalis superficialis, lingualis, unter die motorischen der Ramus massetericus, buccinatorius, temporales profundi, pterygoideus, mylohyoideus gehören.

Dieser wichtige Nerve, welcher die Empfindung am vordern und Seitentheil des Kopfes und im Kopftheil der Schleimhäute (Conjunctiva, Nasenschleimhaut, Mundschleimhaut) unterhält, und

durch die Portio minor zugleich der Bewegungsnerve der Kaumuskeln ist, steht durch jeden seiner Hauptäste mit dem N. sympathicus in Verbindung, wodurch den Zweigen dieses Nerven wahrscheinlich organische Fasern eingewebt werden.

1) Die erste dieser Verbindungen ist die des N. nasociliaris mit dem Ganglion ciliare, welches einen Zweig vom N. sympathicus erhält. Beim Ochsen sieht man leicht, dass sich auch organische Fasern in den ersten Ast des Nervus trigeminus von demjenigen Theile des N. sympathicus einmischen, der sich mit dem N. abducens verbindet.

2) Die zweite ist die des zweiten Astes mit dem N. sympathicus, vermittelst des am zweiten Aste befindlichen Ganglion sphenopalatinum, grade da, wo der dem sympathischen System angehörende Ramus petrosus profundus n. vidiani vom carotischen Theile des N. sympathicus kommend, sich mit dem zweiten Aste des N. trigeminus verbindet. Beim Ochsen giebt der Ramus profundus n. vidiani, deutlich vom N. sympathicus kommend, sowohl Fasern zum Ganglion sphenopalatinum, als viele fortlaufende Fasern zu den Zweigen des zweiten Astes. Der Ramus superficialis n. vidiani, welcher vom zweiten Ast des N. trigeminus zum N. facialis geht, scheint ganz anderer Bedeutung zu seyn, als der vom N. sympathicus zum zweiten Aste des N. trigeminus gehende sogenannte Ramus profundus n. vidiani. Arnold hält den Ramus superficialis n. vidiani für einen wirklichen Abgang vom zweiten Aste des N. trigeminus, und eine Beimischung zum N. facialis. Bidder leitet vom N. facialis durch diesen Nerven motorische Fasern für den zweiten Ast des N. trigeminus zu den Gaumenmuskeln ab. Bei den Schlangen giebt, wie ich sehe, ein dem N. facialis vergleichbarer Nerve einen Zweig durch den canalis vidianus, der sich in den Muskeln am Gaumen verbreitet. Bei den Vögeln findet eine Verbindung des N. sympathicus durch einen dem N. vidianus ähnlichen Nerven mit dem ersten Aste in der Orbita, statt mit dem zweiten Aste des N. trigeminus statt. Schlemm.

3) Die dritte Verbindung des N. sympathicus mit dem N. trigeminus ist die des dritten Astes durch das Ganglion oticum. Arnold. *Ueber den Ohrknoten. Heidelb.* 1828. Vergl. Schlemm, Froriep's *Not.* 660. Mueller, Meckel's *Archiv.* 1832. p. 67. Hagenbach *disq. circa musc. auris internae adjectis animadversionibus de ganglio otico. Basil* 1833. Bendz *de anastomosi Jacobsonii et ganglio Arnoldi. Hafn.* 1833. Ueber die ältere Geschichte dieses Knotens und seiner Nerven siehe Mueller's *Archiv.* 1837. p. 284. Es hängt mit dem Stamme des dritten Astes zusammen, und schickt organische Fasern zu den Zweigen des dritten Astes. Nach Bendz hängt dieser Knoten mit den vegetativen Nerven zusammen, welche von dem Ganglion cervicale supremum n. sympathici die Carotis facialis, sofort die Art. maxillaris interna, und dann die Art. meningea media begleiten.

Von dem Ganglion gehen zwei Nerven zur Trommelhöhle, der eine gehört ihm selbst an, der andere ist, wie Schlemm zeigte, zunächst ein Zweig von dem N. pterygoideus internus. Dieser

letztere ist der Bewegungsnerve des Musculus tensor tympani, den COMPARETTI entdeckte, beim Kalbe tritt er durch das Ganglion oticum durch. Der andere Nerve, N. petrosus superficialis minor, welcher vom Ganglion selbst entspringt, dringt in einen eigenen Kanal des Felsenbeines, welcher vor und an der äussern Seite des Aditus canalis Fallopiae liegt, tritt durch diesen Kanal in die Trommelhöhle ein, und verbindet sich mit der Jacobsonschen Anastomose. Er giebt auch einen kleinen Ast zu dem Knie des N. facialis. Diese Anastomose, deren Hauptbogen auf dem Promontorium der Trommelhöhle liegt, verbindet den N. tympanicus ganglii otici mit dem Ramus carotico-tympanicus n. sympathici und dem Ramus tympanicus ganglii petrosi n. glossopharyngei zu einer Schlinge. Der Zweig vom N. glossopharyngeus scheint nicht von diesem Nerven zu kommen, sondern zu ihm hinzugehen, und an der Stelle des Ganglion petrosum ihm organische Fasern einzumischen.

Dieser ganze Apparat von zum Theil organischen Nervenfasern, der vom Ganglion oticum ausgeht, scheint dazu bestimmt, dem dritten Ast des N. trigeminus, dem siebenten und neunten Nerven, organische Fasern einzumischen, und die Trommelhöhle, namentlich die Schleimhaut mit organischen Fasern zu versehen. Dagegen scheint das Ganglion oticum in keiner Beziehung zum Gehör zu stehen. Man begreift nun bei der Menge der organischen Fasern, welche dem N. trigeminus eingewebt sind, warum die Durchschneidung des N. trigeminus in MAGENDIE's Versuchen die vegetativen Functionen des Auges, des Zahnfleisches, der Zunge veränderte (siehe oben p. 662.); auch sieht man die Neigung der Schleimhäute des Auges, der Nase und der Trommelhöhle zu gleichzeitigen catarrhalischen Affectionen ein. S. oben p. 762.

Das Ganglion maxillare am Ramus lingualis des dritten Astes des N. trigeminus gleicht darin dem Ganglion ciliare, dass es von organischen Fasern und von Fäden des animalischen Nervensystems zusammengesetzt wird. Von vegetativer Seite geht zu diesem Knoten nach HALLER's, BOCK's, ARNOLD's, Beobachtungen ein Faden vom Ganglion cervicale supr. n. sympathici, der mit der Gesichtsschlagader zum Ganglion maxillare gelangt. Von diesem Zweige und von der gangliösen Masse mögen die organischen Wirkungen des Ganglions auf die Absonderung des Speichels in der Glandula submaxillaris abhängen. Ausserdem geht zu dem Knoten nach ARNOLD ein Zweig der an dem N. lingualis angeschlossenen Chorda tympani, während die Fortsetzung derselben im N. lingualis bleibt. Da die Chorda tympani vom N. facialis kömmt, der ein motorischer Nerve ist, so mag von diesen Fäden die motorische Wirkung der aus dem Ganglion maxillare auf den beweglichen Ductus Whartonianus (siehe oben p. 473.) ausstrahlenden Fäden herrühren. Dann gehen nach ARNOLD auch noch einige Fäden vom N. lingualis selbst zum Ganglion maxillare ab, welche die Sensation in der Drüse und dem Ausführungsgange unterhalten mögen. So gleicht also dieser Knoten in Hinsicht seiner Wurzeln von dreifacher Bedeutung dem Ganglion ciliare. Das Ganglion

maxillare giebt nach Arnold graue Fäden theils an die Drüse, theils an ihren Gang, theils aber auch an den N. lingualis ab.

Die vergleichende Anatomie des N. trigeminus ist freilich noch in manches Dunkel gehüllt, doch verhält sich dieser Nerve bei den höheren Thieren fast ganz so wie beim Menschen, sowohl in Hnsicht seiner Verbreitung als seiner physiologischen Eigenschaften. Er ist der Hauptgefühlsnerve des Gesichtes. So rühren nach Rapp (*die Verrichtungen des fünften Nervenpaares. Leipz.* 1832. 4.) die Empfindungsfasern der Bälge der Tasthaare der Thiere vom N. infraorbitalis her, während die Bewegung der Bälge durch den N. facialis versehen ist.

Wo das Tastgefühl bei den Thieren in der Schnauze eine grössere Rolle spielt, ist immer der N. infraorbitalis stärker, wie bei den mit einem Rüssel versehenen Thieren.

Bei den Schlangen und Eidechsen sehe ich den ersten Ast des N. trigeminus unabhängig vom zweiten und dritten Ast sein Ganglion bilden. Bei mehreren Thieren enthält der erste Ast des trigeminus Augenmuskelzweige, so bei den Cetaceen nach Rapp und Bruns, bei den Petromyzon nach Schlemm und d'Alton, beim Frosch nach Volkmann. Muell. *Archiv.* 1837. *LVII. LXXIX.* 1838. 76.

Beim Frosch geht vom Quintus ein durch die Trommelhöhle verlaufender Ast zum Zungenschlundast des Vagus oder zum Glossopharyngeus. Volkmann.

Bei den Zitterrochen wird der vordere Theil des elektrischen Organes auch von einem Aste des N. trigeminus versehen, während die Hauptnerven dieser Organe Aeste des Nervus vagus sind. Bei den Rochen geht ein Ast des Nervus trigeminus zu der Ausstrahlung der Schleimröhren unter der Haut. Bei dem Karpfen erhält der N. vagus und der letzte Hirnnerve, welcher zu den Muskeln der Brustflosse geht, nach Weber's Untersuchungen auch einen Antheil vom N. trigeminus. Weber Meckel's *Archiv.* 1827. p. 313. Auch fand Weber bei Gadus lota einen Ast des N. trigeminus zur Kehlflosse.

E. H. Weber hat die Entdeckung gemacht, dass mehrere Fische neben dem gewöhnlichen N. lateralis, der ein Ast des N. vagus, an der Seite des Fisches oberflächlich in den Rumpfmuskeln bis zum Schwanz verläuft, auch noch einen anderen Längsnerven vom N. trigeminus haben. Dahin gehören der Wels und die Aalraupe. Weber *de aure et auditu. Lips.* 1820. Meckel's *Archiv* 1827. p. 304. Dieser N. lateralis trigemini verbindet sich auf das innigste mit den Spinalnerven, was der N. lateralis vagi nicht thut. Bei den Fischen sind der N. vagus und trigeminus gemeiniglich die stärksten Nerven des Gehirns, ihre Entwickelung entspricht der Stärke der Anschwellungen des verlängerten Markes, wo sich am Ursprunge des N. vagus oft ein eigener Hirnlappen entwickelt; der N. trigeminus entspringt beim Karpfen von einer vordern unpaaren, beim Wels von einer seitlichen Anschwellung des kleinen Gehirns, wie Weber fand; bei den Myxinoiden endigt der Lobus medullae oblongatae vorn ganz frei in den N. trigeminus.

### Nervus facialis.

Wenngleich der N. facialis einen gewissen Antheil sensibler Fasern enthält (siehe oben p. 667.), so ist er doch der Hauptbewegungsnerve des Gesichtes. Sein Bereich ist der ganze Umfang der Gesichtsmuskeln, der Ohrmuskeln bis zum Musculus occipitalis, und ausserdem beherrscht er noch einige andere Muskeln, den Musculus biventer maxillae inf. (den hintern Bauch, der vordere ist vom N. mylohyoideus versehen), den Musculus stilohyoideus und den Hautmuskel des Halses. Er ist daher auch der physiognomische Nerve und zugleich der Athemnerve des Gesichtes, insofern er bei allen verstärkten oder angestrengten Athembewegungen, besonders bei geschwächten Menschen, mitafficirt ist. Siehe oben p. 342. In dem Grade, als bei den Thieren die Gesichtsmuskelnn und der physiognomische leidenschaftliche Ausdruck abnehmen, wird auch dieser Nerve kleiner. Bei den Thieren mit beweglichem Rüssel ist der N. facialis sehr stark, und beim Elephanten der Ast des N. facialis zum Rüssel so stark, wie der N. ischiadicus des Menschen, während die Aeste vom fünften Paare an das tastende Endstück des Rüssels gehen. Die beweglichen Barthaare der Thiere erhalten die Nervenfäden ihrer Muskeln von dem N. facialis, während das Gefühl der Haarbälge von dem N. infraorbitalis abhängt. Bell *expos. du syst. nat. des nerfs.* p. 55. Vergl. Rapp a. a. O. Bei den Vögeln hat der N. facialis als physiognomischer Nerve aufgehört. Nur bei mehreren Vögeln mit beweglichen Ohrfedern, und zur Aufrichtung der Halsfedern durch den Halsmuskel ist er physiognomisch noch von Bedeutung, und der Weg zum Ausdrucke der Leidenschaften; sonst verbreitet er sich nur mehr in den Muskeln, die er beim Menschen ausser den Gesichtsmuskeln versieht, den Muskeln, welche die Kinnlade abziehen und das Zungenbein erheben, und im Hautmuskel des Halses. Bewegungsnerve ist er immer noch, so weit er da ist, und es ist wohl ein Missverständniss, wenn Treviranus an diesem Nerven zeigen zu können glaubt, dass ein Nerve seine Function verändern konne, indem seine Bewegungsfunction bei den Vögeln fast ganz aufhöre. Vielmehr ist er bei den Vögeln, wie bei den Menschen, immer noch eigentlicher Muskelnerve. Bei den Schildkroten gleicht seine Verbreitung derjenigen der Vögel. Bei den Schlangen und Eidechsen geht, wie ich sehe, dicht hinter dem dritten Ast des trigeminus ein besonderer Nerve, dem facialis vergleichbar nach aussen. Er giebt einen Ast an den N. vagus nach rückwärts und empfängt einen dem N. vidianus vergleichbaren Ast durch einen Knochenkanal der Basis, welcher mit dem zweiten Ast des trigeminus in Verbindung steht. Der Stamm des facialis verbreitet sich in dem Muskel zwischen Quadratbein und Unterkiefer, welcher den Unterkiefer abzieht und bei den Eidechsen im Hautmuskel.

Bei den Fröschen geht nach Volkmann ein dem N. facialis vergleichbarer Nerve zu dem Ganglion n. trigemini, setzt sich aber sofort weiter als Trommelhöhlenast des Quintus in den Kehlast des vagus fort. Der Kehlast ist ein Zweig des Zungenschlundastes (glossopharyngeus). Diese Verbindung kann man mit der

zuweilen beim Menschen vorkommenden Verbindung zwischen facialis und glossopharyngeus vergleichen.

Bei den Knochenfischen ist der N. facialis kein besonderer Nerve, sondern wahrscheinlich im Quintus enthalten, ramus opercularis n. trigemini.

Bei den Plagiostomen isolirt sich ein analoger Nerve und bei den Cyclostomen ist der N. facialis ein besonderer Hirnnerve, wie Born, Schlemm und d'Alton von den Petromyzon und ich von den Myxinoiden gezeigt haben.

Die beim Menschen und den Säugethieren vorkommende Verbindung des N. facialis und des N. lingualis vermittels der durch die Trommelhöhle durchtretenden Chorda tympani ist völlig räthselhaft. Cloquet und Hirzel behaupten, dass der N. petrosus superficialis n. vidiani, welcher vom zweiten Aste des N. trigeminus zum Knie des N. facialis geht, sich bloss an den N. facialis anlege, in dessen Scheide liegend, und als Chorda tympani von ihm wieder abtrete, um zum N. lingualis zu gelangen. Nach Arnold's Untersuchungen ist diese Behauptung indess ungegründet, indem es ohne gewaltsame Trennung nicht möglich ist, eine solche Anordnung zu erhalten. Nach Varrentrapp (*observ. anat. de parte cephalica n. symp. Francof.* 1831.), verläuft der N. petrosus superficialis, nachdem er zum N. facialis getreten, nicht neben ihm, sondern er geht zum Theil in ihn über, so zwar, dass nur ein Theil über das Knie des N. facialis weggeht, ohne sich fest zu verbinden. Dieser Fortsatz wäre nach Varrentrapp schon als Chorda tympani zu betrachten. Der Stamm der Chorda tympani lässt sich nach Varrentrapp am N. lingualis bis in die Nähe des Ganglion maxillare verfolgen, wo er sich in zwei Zweige theilt, wovon der eine in das Ganglion maxillare übergeht, der andere in dem N. lingualis weiter hingeht. Nach Arnold (*Kopftheil des vegetat. Nervensystems. Heidelb.* 1831. p. 119.) verläuft die Chorda tympani in der Scheide des N. lingualis, geht sehr häufig mit demselben sogleich Verbindungen ein, und theilt sich endlich in zwei Fäden, einen schwächern, der sich in das Ganglion maxillare einsenkt, und einen stärkern, der sich in dem N. lingualis verliert. Da die Zweige des Ganglion maxillare sich nicht bloss in der Glandula submaxillaris, sondern auch auf ihrem Ausführungsgange verbreiten, wie Arnold sah, so ist es nach meiner Meinung für jetzt am meisten gerechtfertigt, die Bewegung des Ausführungsganges (siehe oben p. 473.) von diesen von dem motorischen N. facialis kommenden Nervenfäden der Chorda tympani abzuleiten. Eine mir nicht wahrscheinliche Erklärung dieser Verbindung hat Arnold (a. a. O. p. 183.) gegeben. Im Allgemeinen hat Arnold selbst schon auf die Beziehung des Ganglion maxillare auf die Bewegungen des Ductus Whartonianus aufmerksam gemacht.

### Nervus glossopharyngeus.

Ueber die Stellung des N. glossopharyngeus im System der Nerven ist schon im dritten Abschnitt p. 662. gehandelt worden.

Es gehört dieser Nerve unter die gemischten, welche sensorielle und motorische Fasern enthalten. Diess ergiebt sich theils aus dem von mir an einem Theil der Wurzel des N. glossopharyngeus beobachteten Ganglion (siehe oben p. 614.), theils aus seiner Verbreitung in empfindlichen Theilen, am hintern Theil des Zungenrückens, in den Papillae vallatae, und in den Mandeln und in beweglichen Theilen, im Schlunde. Vergl. p. 662. Ob dieser Nerve auch dem Geschmack bestimmte Fasern enthält, ist noch zweifelhaft. Der Umstand, dass der Nervus gustatorius der Vögel und einiger Amphibien ein Ast des Nervus glossopharyngeus zu seyn scheint, spricht dafür. Beim Frosch ist sogar der N. gustatorius ein Ast des N. vagus. Wir wissen überhaupt nicht, wie weit sich der Geschmack ausdehnt. Die Empfindungen des Ekels, welche im Schlunde vorzüglich ihren Sitz haben, haben viele Aehnlichkeit mit Geschmacksempfindungen; von ihnen ist es auch wieder zweifelhaft, ob sie in dem Schlundaste des N. vagus oder des N. glossopharyngeus entstehen.

Der Ramus tympanicus des N. glossopharyngeus muss wahrscheinlich als ein vom N. sympathicus zum N. glossopharyngeus gehender Ast betrachtet werden, wie oben p. 616. 790. gezeigt wurde. Von dieser Verbindung in der Trommelhöhle oder der Jacobson-schen Anastomose, und der Verbindung mit dem Ganglion oticum ist schon oben p. 790. gehandelt. Ueber analoge Nerven bei Vögeln siehe Weber *anat. comp. n. symp.* p. 26. 38. Breschet in Mueller's *Archiv für Anat. und Physiol.* 1834. p. 16. Der N. glossopharyngeus der Vögel verbindet sich durch einen Ast mit dem N. vagus, und verbreitet sich zuletzt in der Zunge, deren Geschmacksnerve er nach Weber ist, und mit einem zweiten Aste theils am obern Kehlkopf, theils herabsteigend an der Speiseröhre. Bischoff beschreibt auch bei Iguana einen zur Zunge gehenden N. glossopharyngeus. Bei den Klapperschlangen geht der N. glossopharyngeus, wie ich sehe, ganz in den N. vagus über, der auch einen Zungenast giebt. Bei den Fröschen kann man nur den Zungenschlundast des vagus dem glossopharyngeus vergleichen. Volkmann. Bei den Fischen hat man einen vordern Ast des N. vagus, der beim Karpfen, wie die übrigen Kiemenäste des N. vagus mit einem Ganglion versehen ist, aber durch ein besonderes Schädelloch durchgeht, und sich im ersten Kiemenbogen, aber auch auf der Zunge bis zur Haut in der Nähe der Mundöffnung verzweigt, Nervus glossopharyngeus genannt. Man sieht deutlich aus diesen Varietäten, wie auch aus dem Mangel des N. accessorius bei den Fischen, dass der N. vagus, glossopharyngeus und accessorius nur ein gemeinsames System bilden, dessen Zertheilung in den Thierklassen sehr variiren kann.

### Nervus vagus.

Dieser gemischte Nerve, der seinen motorischen Einfluss grossentheils wahrscheinlich von seiner Verbindung mit dem innern Aste des N. accessorius erhält (siehe oben p. 663.), verbreitet sich

constant in den Stimm- und Athemwerkzeugen, dem Schlunde und dem Magen. Sein sensorieller Einfluss erstreckt sich über alle diese Theile; durch einen durch das Felsenbein gehenden Ramus auricularis dehnt sich sein sensorieller Einfluss auch selbst noch auf das äussere Ohr aus, ja durch die Verbindung des Ramus auricularis N. vagi mit dem N. facialis innerhalb des Felsenbeines ertheilt er dem N. facialis wahrscheinlich seine Empfindlichkeit. S. p. 669. Von dem N. vagus sind die Empfindungen des Hungers und der Sättigung, und die mannichfaltigen Gefühle, welche das gesunde und kranke Athmen begleiten, abhängig. Nach Brachet soll die Empfindung des Hungers nach Durchschneidung dieses Nerven aufhören. *Recherches sur les fonctions du syst. ganglionaire. Paris* 1830. *p.* 179. Bei einem Kinde mit doppeltem Kopfe und Brust und einfachem Unterleib, war der eine Theil nicht gesättigt, wenn der andere getrunken hatte, wahrscheinlich, weil der Magen doppelt war. Ebend. p. 183. Die zugleich motorischen Aeste des N. vagus sind der N. pharyngeus und die N. laryngei.

Durch die Durchschneidung des N. laryngeus inferior, oder des N. vagus am Halse auf beiden Seiten wird die Bewegung der kleinen Kehlkopfmuskeln unvollkommen gelähmt; die Stimme verschwindet, aber sie erscheint nach einigen Tagen wieder, weil der N. laryngeus superior seinen Einfluss noch ausübt. Dass der N. laryngeus superior sich bloss in den Muskeln verbreite, welche die Stimmritze verengern, der N. laryngeus inferior in denen, welche die Stimmritze erweitern, wie Magendie behauptet, hat sich nach Schlemm's Untersuchungen nicht bestätigt. Auf den Magen hat der N. vagus keinen motorischen Einfluss; und man kann durch Galvanisiren und mechanische Reizung desselben am Halse keine Bewegungen des Magens hervorbringen, wie die Versuche von Magendie, Mayo und mir beweisen. Siehe oben p. 505. Der N. vagus enthält viele organische Fasern vom N. sympathicus, welche theils den Stamm, theils die Aeste desselben vom N. sympathicus aufnehmen. Von diesen Einmischungen rührt wahrscheinlich der organisch-chemische Einfluss dieses Nerven her.

Der chemische Process der Respiration und der Schleimabsonderung in den Lungen hängt zum Theil von diesem Nerven ab; wenigstens entstehen nach Durchschneidung des N. vagus am Halse Blutaustretungen in den Lungen, und wenn auch der chemische Process der Respiration anfangs nicht wesentlich gestort wird, so sterben doch die Thiere innerhalb einiger Tage, und Vögel leben hochstens bis zum 5.—8. Tage. Siehe oben p. 347. Auch die Absonderung des Magensaftes wird von den organischen Wirkungen des N. vagus beherrscht. Nach Durchschneidung des N. vagus am Halse wird die Absonderung des Magensaftes zwar nicht ganz aufgehoben, aber vermindert (siehe oben p. 550.), und eben so ist es mit der Verdauung, die bei länger lebenden Vögeln ganz evident, aber viel langsamer vollbracht wird. Dass die vom N. vagus abhängigen chemischen Processe in den Lungen und im Magen nach der Durchschneidung dieses Nerven am

Halse auf beiden Seiten nicht sogleich und ganz aufhören, erklärt sich hinreichend daraus, dass der N. vagus seine organischen Fasern nicht bloss in seinem obern Stamme enthält, sondern dass auch der untere Theil desselben noch viele Verbindungen mit dem N. sympathicus eingeht, welche durch die Durchschneidung des N. vagus am Halse nicht gelähmt werden können.

Die Schleimabsonderung in den Athemorganen scheint überall unter der Einwirkung der dem N. vagus beigemischten organischen Fasern zu geschehen, und daher nimmt wahrscheinlich auch der N. laryngeus inferior bei seiner Umbiegung nach aufwärts so bedeutende Verbindungen von dem N. sympathicus auf.

Nach Durchschneidung des N. vagus auf beiden Seiten ist die Aufsaugung der Flüssigkeiten oder ihnen beigemischter fremdartiger Stoffe, Gifte etc. im Magen nicht aufgehoben. Die von Dupuy und Brachet angestellten Versuche, nach denen die Aufsaugung der Gifte im Magen nach jener Operation aufgehoben seyn soll, sind offenbar nicht richtig, und werden durch die von mir und Anderen angestellten Versuche vollkommen widerlegt, nach welchen diese Operation nicht im geringsten den Erfolg verändert. Siehe oben p. 245. Die Durchschneidung des N. vagus auf beiden Seiten des Halses tödtet zwar in den nächsten Tagen, indessen ist diese Operation nicht tödtlich, wenn sie bloss auf einer Seite vorgenommen, oder wenn sie auf der andern nach so grosser Zwischenzeit angestellt wird, dass der erst durchschnittene Nerve wieder vollständig verheilt ist. Siehe oben p. 411.

In vergleichend anatomischer und physiologischer Hinsicht bietet der N. vagus viele Merkwürdigkeiten dar.

1) Bei den Vögeln und beschuppten Amphibien, wo der N. accessorius mit dem Stamme des N. vagus verschmilzt, giebt der N. vagus auch einen Ast oder mehrere Aeste zu den Halsmuskeln. Bischoff, *n. accessorii anatomia et physiologia. Heidelb.* 1832. p. 41. 45.

2) Bei den Fröschen geht aus dem Ganglion n. vagi ein Ast zu den Kiefermuskeln, Weber *anat. comp. n. symp.* 44. Es ist der Kehlast von Volkmann, der sich theils in den Zungenbeinmuskeln, theils in den Kiefermuskeln verbreitet. Sein motorischer Einfluss kömmt, wie Volkmann zeigte, von dem Ast des facialis, der in ihn übergeht.

3) Bei den Fröschen giebt der N. vagus auch einen Ramus lingualis, welcher wahrscheinlich den sensoriellen Ramus lingualis n. trigemini ersetzt; während der gewöhnliche motorische Ast vom N. hypoglossus vorhanden ist. Weber. Dieser Ast bewirkt in der That, wie Volkmann zeigt, keine Zuckungen in der Zunge. Auch bei den Schlangen und Crocodilen ist der Ramus lingualis n. vagi vorhanden. Bischoff beschreibt auch einen Ast des N. vagus beim Crocodil zu den Muskeln des Zungenbeines, a. a. O. p. 45. Er ist auch bei den Schlangen und Eidechsen vorhanden.

4) Der N. recurrens kömmt noch bei den Säugethieren, Vögeln und Amphibien vor. Weber hat gezeigt, dass auch beim Frosch ein Ast des N. vagus einen zurücklaufenden Zweig zum

Kehlkopfe giebt. *Anat. n. sympath.* p. 46. Der Kehlkopf der Vögel erhält einen Ast vom neunten Nerven, die Luftröhre und der untere Kehlkopf der Vögel erhalten Zweige vom N. vagus, aber die langen Muskeln, welche bei vielen Vögeln die Luftröhre verkürzen, erhalten Zweige von einem besondern Ramus descendens n. hypoglossi. Siehe oben p. 340.

5) Beim Frosch giebt der N. vagus auch einen Hautast für die Gegend hinter dem Ohr. Volkmann.

6) Bei den Fischen giebt der Nervus vagus die Kiemennerven, einen Ramus intestinalis für Schlund und Magen, bei dem Zitterrochen und dem Zitterwels auch die Nerven des elektrischen Organes (siehe oben p. 66.), beim Karpfen auch den Zahnnerven für die Gaumenknochenzähne, und bei allen Fischen den N. lateralis.

Der N. vagus der Fische vermehrt seine Substanz offenbar in dem Ganglion desselben, so dass die Aeste zusammen vielmal dicker als die Wurzeln, ja sogar einzelne Aeste stärker als die Wurzeln sind. In dem Ganglion scheinen die Primitivfasern der Wurzeln durch Theilung und Multiplication die Substanzvermehrung zu bilden, so dass viele Primitivfasern der Aeste durch eine Primitivfaser der Wurzel vertreten sind. Beim Zander und beim Wels bilden alle Aeste zusammen ein Ganglion, beim Karpfen nur die Kiemennerven einzelne Ganglien, wobei sich die Substanz vermehrt. Weber *anat. comp. n. sympath.* p. 62. p. 66. Meckel's *Archiv* 1827. *Tab. IV. Fig.* 25. 26.

7) Einer der merkwürdigsten Aeste des N. vagus bei den Fischen ist der Nerve der Seitenlinie, welcher zwischen den Muskeln nicht fern von der Haut bis zum Schwanze hingeht, und Zweige den Muskeln (?) und der Haut giebt. Desmoulins behauptet, dass dieser Nerve nicht wohl sensibel sey. Allein er ist sicher nicht motorisch, wenn er sich in Muskeln auch verzweigt; denn mit einer Batterie von 40 Plattenpaaren konnte ich beim Karpfen durch Galvanisiren des Nerven selbst keine Zuckungen in den Muskeln erregen. Van Deen hat diesen Nerven auch bei den Froschlarven, und als einen bleibenden Nerven beim Proteus anguinus entdeckt. Mueller's *Archiv für Anatomie und Physiologie* 1834. p. 477. Mayer fand den Nerven auch bei Menopoma, Krohn bei den Tritonen. Der kurze Hautast des N. vagus der Frösche scheint das Analogon oder der Rest dieses Nerven zu seyn. Man hat mit diesem Nerven den N. accessorius verglichen; allein ich glaube, dass nur der Ramus auricularis N. vagi des Menschen und der Saugethiere ihm verglichen werden kann. Siehe *Archiv* 1837. *LXXVI.* Der N. lateralis der Petromyzon wird gerade so gebildet, wie der Ramus auricularis n. vagi aus dem N. vagus und facialis. Da der N. facialis der Knochenfische im trigeminus eingeschlossen ist, so erklärt sich die Concurrenz des trigeminus zur Bildung des N. lateralis bei vielen Fischen. Bei den Cyprinen geht ein Ast des N. trigeminus schon in der Schädelhöhle in den vagus über zur Zusammensetzung des N. lateralis. Buechner. Bei Gymnotus electricus findet die Concurrenz ausser dem Schädel statt. Beim Wels und der Aalraupe fand Weber

den doppelten Seitennerven vom N. trigeminus und vagus. Interessant ist die Beobachtung von Swan, dass bei Gadus morhua ein mit einem Zweig des N. vagus verbundener Ast des Quintus 2 Rumpfnerven abgiebt, wovon der eine am Rücken über der Wirbelsäule an der Basis der Flossen, der andere an der Bauchseite des Schwanzes bis zur Schwanzflosse hingeht. Beide verbinden sich mit den Spinalnerven, der eine mit den aufsteigenden, der andere mit den absteigenden Aesten. Es findet also, wie im Knochensystem und in der Anordnung der Muskeln, so auch in der Configuration des Nervensystems eine Symmetrie zwischen der obern und untern Schwanzhälfte statt. Ausser diesen 2 Seitennerven vom N. trigeminus giebt es auch noch 2 Rumpfäste des N. vagus, welche über den Muskeln zum hintern Ende des Körpers gehen. *Illustrations of the comp. anat. of the nerv. syst. Lond.* 1835. Der Igel besitzt nach Barkow einen seitlichen Rumpfnerven für die Haut und die Muskeln, aber er entspringt aus blossen Spinalnerven, nämlich den untersten Cervical- und ersten Dorsalnerven.

8) Sehr merkwürdig sind die Aeste des N. vagus zu dem contractilen Gaumenorgan der Cyprinen. Siehe Meckel's *Archiv.* 1827. 309. Weber hat zuerst entdeckt, dass diess Organ eine höchst merkwürdige Contractilität besitzt; denn wenn man dasselbe mit einem spitzigen Körper sticht oder drückt, so erhebt sich die gereizte Stelle sogleich in Gestalt eines kegelförmigen Hügels, dessen Spitze der gereizte Punkt ist, bleibt einige Secunden erhoben und senkt sich hierauf wieder; dabei sieht man keine Veränderung der Farbe, die auf ein Zuströmen von Blut deuten könnte. Ich halte diess Organ nicht für ein Geschmacksorgan, sondern für einen eigenthümlichen contractilen Schlingapparat. Das Organ kann sich in jeder Richtung zusammenziehen, und es entstehen kegelförmige, lineare oder breite Erhebungen, je nachdem man mit einem spitzen Körper aufdrückt oder Striche macht, oder mehr auf die ganze Fläche zugleich wirkt. Wenn ich die Pole einer Säule von 40 Plattenpaaren auf das Organ anwandte, entstanden die heftigsten Zuckungen, und die Richtung der Bewegung wurde immer durch den Strom bestimmt; das Organ kann ganz zu einem Klumpen in der Mitte anschwellen (und so wirkt es wahrscheinlich beim Schlingen) oder in jeder Richtung Zusammenziehungen bewirken, die auch sogleich erfolgen, wenn man das Organ ausdehnt. Im letzten Falle erfolgt die Zuckung in der Richtung der Ausdehnung. Ob diess Organ willkührlich beweglich ist, ist nicht auszumitteln. Das Contractile an dem Organe ist nur die 1½ Linien dicke Oberfläche, in der Tiefe liegt eine fettige Unterlage, welche nicht contractil ist.

9) Beim Wels und Karpfen giebt der N. vagus auch Zweige zur Brustflosse. Weber.

10) E. H. Weber hat darauf aufmerksam gemacht, dass der N. vagus in einem Wechselverhältniss zu dem N. sympathicus steht. Bei den Schlangen ist z. B. der N. sympathicus ausserordentlich wenig entwickelt, dagegen der Ramus intestinalis Nervi vagi um so stärker; bei den Fröschen ist es umgekehrt. Auch bei den Fischen sind die Intestinaläste des Nervus vagus sehr

stark und bei den Myxinoiden geht der Ramus intestinalis n. vagi, aus der Verbindung beider vagi entstanden, nach meinen Beobachtungen bis zum After, während der N. sympathicus fehlt.

### Nervus accessorius Willisii.

Ueber das Verhältniss dieses Nerven zum N. vagus, in Beziehung auf die motorische Eigenschaft des N. vagus, ist schon oben p. 662. gehandelt worden. Dieser Nerve kömmt nur bei den Säugethieren, Vögeln und Amphibien, nicht bei den Fischen vor. Bei den Vögeln und Amphibien verhält er sich fast als eine Wurzel des N. vagus, indem er ganz in denselben übergeht, der hinwieder einen Ast in die Halsmuskeln abgiebt, welcher dem N. accessorius der Säugethiere zu entsprechen scheint. Siehe das Nähere in Bischoff *nervi accessorii Willisii anatomia et physiologia. Heidelb.* 1832. Der Bereich des N. accessorius der Säugethiere, so weit er sich nicht mit dem N. vagus verbindet, ist der Musculus sternocleidomastoideus und cucullaris. Die Ursache des sonderbaren Ursprungs und Verlaufs dieses Nerven kennt man nicht genau. Wahrscheinlich ist sie die, dass der sogleich nach dem Austritt des vagus abgehende Schlundast Fasern vom fast ganzen Halstheil des Rückenmarkes erhalte. Auch andere Nerven erhalten sehr ausgedehnte Ursprünge; der Ramus descendens hypoglossi entspringt vom hypoglossus und den oberen Halsnerven. Der Unterschied liegt also nur darin, dass beim accessorius die Zusammensetzung des Nerven schon innerhalb des Rückgrats geschieht, während bei anderen Nerven dieselbe Zusammensetzung erst ausserhalb des Rückgrats erfolgt.

### Nervus hypoglossus.

Die Stelle dieses im Wesentlichen motorischen, aber zugleich mit empfindlichen Fasern begabten Nerven im System, welcher in einigen Säugethieren nach Mayer's Entdeckung selbst eine feine hintere, mit einem Ganglion versehene Wurzel hat, ist schon im dritten Abschnitt p. 665. bestimmt worden. Er ist der motorische Nerve der Zunge, bei allen Bewegungen dieses Organes zum Sprechen, Käuen, Schlingen u. s. w. Die Zerrung desselben bei Thieren bewirkt heftige Zuckungen der Zunge. Er ist aber auch der Bewegungsnerve der grossen Muskeln des Kehlkopfes und Zungenbeines, des Musculus geniohyoideus, hyothyreoideus, omohyoideus, sternothyreoideus, sternohyoideus.

Folgende, von Montault in der Academie de Médecine vorgetragene Beobachtung ist für die Physiologie des N. hypoglossus von Wichtigkeit. Nach einem Fall auf das Genick entstand Spannung und Zittern der Muskeln des Halses, heftige Schmerzen an der linken Seite des Kopfes und Halses und beschwerliches Sprechen. Die Zunge wurde allmählig verkleinert, vorzüglich an der linken Seite atrophisch, und beim Ausstrecken nach der rechten Seite hingezogen. Der Geschmack war auf beiden

Seiten der Zunge vorhanden. Später entstand eine kleine Geschwulst hinter dem Zitzenfortsatze, das Schlucken wurde beschwerlich, Schluchzen, Aphonie und Erbrechen kamen hinzu, zuletzt epileptische Anfälle. Bei der Section fand sich zwischen der linken Hinterhauptsgrube, der linken Hemisphäre des kleinen Gehirns und der Medulla oblongata eine hydatidöse Geschwulst, worin eine Menge Hyatiden. Diese Cyste hob die linke Hemisphäre des kleinen Gehirns auf, und drängte die Medulla oblongata etwas nach rechts; sie drang, innerhalb der Arachnoidea gelegen, einige Linien tief in den Rückgratskanal, und war zugleich in das Foramen condyloideum anterius eingesenkt. Von der Basis der Cyste ging eine Verlängerung durch die vordere Portion des Foramen lacerum sinistrum nach aussen unter das obere Ende des Musculus complexus und sternocleidomastoideus. Innerhalb der Schädelhöhle waren die betheiligten Nerven gesund, vom Austritt aus dem Cranium an war der linke Hypoglossus atrophisch bis zur Zunge, auch der N. glossopharyngeus, nicht aber der Vagus und Accessorius. Die Muskeln der Zunge und des Gaumensegels auf der linken Seite, und das linke Stimmband wurden atrophisch gefunden. Dieser Fall zeigt, dass der N. lingualis Geschmacksnerve der Zunge ist, und dass die Lähmung und Atrophie der Zunge von der Atrophie des N. glossopharyngeus und hypoglossus abhing. Er war von Dupuytren richtig diagnosticirt worden, welcher voraussagte, dass der N. hypoglossus, und zwar von seinem Austritt aus der Schädelhöhle an, krankhaft verändert sey, weil bei einem Leiden dieses Nerven an seinem Ursprunge, Paralyse der Gliedmassen vorhanden seyn musste. Mueller's *Archiv für Anatomie und Physiol.* 1834. p. 130.

Bei den Vögeln verbreitet sich der N. hypoglossus, nachdem er sich durch einen Zweig mit dem N. vagus verbunden, hauptsächlich mit zwei Aesten, mit dem einen in den Zungenbeinmuskeln, mit dem andern an der Seite der Speiseröhre. Weber *anat. comp. n. symp.* p. 40. Wir haben auch beim Truthahn einen langen herabsteigenden Zweig an dem langen Muskel beobachtet, welcher die Luftröhre verkürzt. Siehe oben p. 340. Zu den Muskeln der Zunge haben auch Bojanus und Bischoff, jener bei der Schildkröte, dieser bei Iguana, den N. hypoglossus treten gesehen. Bei der Klapperschlange sehe ich einen feinen Hypoglossus durch eine besondere Oeffnung hinter dem Vagus austreten und nach einer Verbindung mit dem ersten Halsnerven ganz in den Vagus übergehen. Bei den Fröschen wird der dem Hypoglossus entsprechende Nerve zur Zunge vom ersten Halsnerven abgegeben. Man begreift diess Verhalten daraus, dass auch der Hypoglossus des Menschen sich mit den ersten Halsnerven verbindet. Bei den Fischen fand E. H. Weber einen letzten Hirnnerven, der mit drei Wurzeln, einer hintern gangliösen entspringt und durch ein besonderes Schädelloch durchgehend, zu den Muskeln der Brustflosse geht. Beim Karpfen verbindet sich die gangliöse Wurzel mit einer Wurzel vom N. trigeminus. Vergl. Bischoff a. a. O. p. 49. Dieser Nerve giebt nach Buechner auch Zweige zum Musculus sternohyoideus und ist der Hypo-

glossus; er scheint bei den Fischen allgemein zu seyn; aber er geht nicht immer durch das Hinterhauptsbein selbst, sondern beim Hecht und bei Perca hinter diesem aus.

Bedenkt man, dass der N. spinalis primus des Menschen zuweilen nur eine vordere Wurzel hat, dass der N. hypoglossus des Menschen nur eine vordere, bei einigen Säugethieren aber zugleich eine hintere Wurzel hat, so tritt der N. hypoglossus ganz in die Kategorie der Spinalnerven, und ist gleichsam der erste Spinalnerve, der aber meist noch durch den Schädel heraustritt. Hierdurch wird die Analogie des letzten Hirnnerven der Fische mit dem N. hypoglossus noch grösser.

Nach dieser Uebersicht der bei den Thieren vorkommenden Verschiedenheiten in der Anlage der Hirnnerven werfen wir einen Blick auf das System der Hirnnerven, in wie weit es auf einen gewissen Grundtypus gebracht werden kann. Die leitende Idee ist hier die von primitiven und von abgeleiteten Hirnnerven, welche zuerst Meckel ausgesprochen hat. Primitive Hirnnerven sind theils die 3 reinen Sinnesnerven olfactorius, opticus, acusticus, theils die gemischten oder doppelt wurzeligen Hirnnerven, welche nach dem Typus der Spinalnerven gebildet sind und welche man Vertebralnerven des Kopfes nennen kann. Abgeleitete Hirnnerven sind solche, welche durch Ablösung eines Theils der Fasern von der Wurzel eines Hirnnerven entstehen oder mit anderen Hauptwirbelnerven verschmolzen seyn können. Meckel hat die im Allgemeinen richtige Idee nicht gut ausgeführt. Besser wurde sie von Arnold angewandt, welcher 2 Vertebralnerven des Kopfes annahm, wovon der erste der Trigeminus ist, mit den Augenmuskelnerven und dem Facialis, die zur motorischen Portion jenes Nerven gehörend angesehen wurden. Zum zweiten gehören der Vagus, Accessorius, Glossopharyngeus, Hypoglossus. Vergl. Buechner *mém. de soc. d'hist. nat. de Strasb. T. II. livr.* 2. Mueller's *Archiv.* 1837. *LXXIV.* Nach meiner Meinung giebt es 3 Wirbelnerven des Schädels, wie 3 Wirbel desselben. Der erste ist der Trigeminus, der zweite der Vagus cum N. glossopharyngeo et accessorio, der dritte der Hypoglossus. Die Augenmuskelnerven sind abgeleitete Nerven und sind als motorische Portion des ersten Astes des trigeminus anzusehen. Bei den Cetaceen giebt der erste Ast des Trigeminus schon Augenmuskeläste ab, während die gewöhnlichen Augenmuskelnerven auch vorhanden sind. Beim Frosch geht der N. abducens ins Ganglion Gasseri über, wie Volkmann zeigt, und der Trigeminus giebt daher Augenmuskelzweige. Bei den Petromyzon fehlt einer der 3 Augenmuskelnerven ganz, wahrscheinlich der Abducens und der Trigeminus giebt auch Augenmuskelnerven, wie Schlemm und d'Alton zeigten.

Der N. facialis ist jedenfalls abgeleiteter Nerve und hat eine grosse Verwandtschaft zur motorischen Portion des N. trigeminus, denn bei den Knochenfischen verschmilzt er mit dem Trigeminus und erscheint als Ramus opercularis desselben, wie Serres wahrscheinlich machte. Bei den Fröschen gesellt er sich, wie Volkmann zeigt auch zum Trigeminus. Allein die Verwandtschaft des Facialis ist ebenso gross zum Vagus. Denn schon

beim Menschen und den Säugethieren verbindet er sich mit Aesten von beiden. Bei den Schlangen und Eidechsen giebt er einen Ast zum Vagus. Beim Frosch setzt sich der Facialis vom Trigeminus ab in einen Ast des Vagus, nämlich in den Kehlast fort, wie Volkmann beobachtet. Der Facialis der Petromyzon bildet mit dem Vagus zusammen den N. lateralis, der bei den Knochenfischen oft vom Quintus und Vagus gebildet wird.

Zum zweiten Vertebralnerven des Kopfs gehören der N. vagus, glossopharyngeus, accessorius. Der Vagus ist nur grösstentheils sensoriell, der Accessorius nur grösstentheils motorisch, der Glossopharyngeus gleich stark sensoriell und motorisch.

Der dritte Vertebralnerve des Schädels wird allein vom Hypoglossus gebildet. Die Myxinoiden stehen dem einfachen Typus der Wirbelnerven des Schädels ohne die abgeleiteten Nerven am nächsten. Denn sie haben von den letzteren nur den N. facialis.

### Nervus sympathicus.

Die Physiologie dieses Nerven ist bereits in verschiedenen Abschnitten des IV. Buches zur Sprache gekommen, und so sind (p. 670.) die sensoriellen, motorischen und organischen Eigenschaften desselben im Allgemeinen, und (p. 737.) die Mechanik seiner Wirkungen untersucht worden. Hier ist der Ort, das Eigenthümliche dieses Nerven in einzelnen Thierclassen und Thieren zu erwähnen, wobei wir uns aber nur auf diejenigen Verhältnisse beschränken müssen, welche in physiologischer Hinsicht von Wichtigkeit sind. In Hinsicht des anatomischen Details müssen wir auf die Werke von Weber (*anat. comp. n. symp. Lips.* 1817.), Lobstein (*de n. symp. hum. fabrica, usu et morbis. Paris* 1823.), Wutzer (*de gangliorum fabrica. Berol.* 1817.), Hirzel (Tiedemann's *Zeitschr. für Physiol. I.*) Arnold (*der Kopftheil des vegetativen Nervensyst. Heidelb.* 1831.), Varrentrapp (*obs. anat. de parte cephalica n. symp. Francof.* 1831.), und Giltay (*de n. sympathico diss. Lugd. Bat.* 1834.) verweisen.

Bei den Vögeln liegt die Pars cervicalis n. sympathici in dem Canal der Querfortsätze der Halswirbel, wo bei den Säugethieren und dem Menschen nur ein verhältnissmässig sehr dünner Strang des N. sympathicus liegt.

Die constantesten Verbindungen der Hirnnerven mit dem Sympathicus sind die der Wirbelnerven des Schädels. Sie finden bei den Fischen an der Basis des Schädels gerade so statt, wie die Verbindungen des Grenzstranges des Sympathicus mit den Spinalnerven.

Bei mehreren Thieren treten entweder für einzelne Theile des Sympathicus oder für den ganzen Nerven Aequivalente ein, welche sich von dem Typus des Sympathicus ganz entfernen. Beispiele davon sind:

1) Der Sympathicus der Cyclostomen fehlt und der Vagus ihn ersetzend geht bis zum After.

2) Bei den Schlangen ist der Kopftheil vom Grenzstrang des

Rumpfes getrennt und geht ganz in den Vagus über. Der Grenzstrang fehlt auch am vordern Theile des Rumpfes. Statt der gewöhnlichen Bildung gehen Aeste der Spinalnerven zu den Lungen, zum Darm, zu den Geschlechtstheilen und Harnwerkzeugen, wie WEBER bereits bemerkte. Diese Aeste hängen durch bogenförmige Schlingen unter einander zusammen, und diese Verbindungsschlingen sind das Einzige, was vom Grenzstrange übrig ist. Dergleichen Bogen kommen aber zwischen den Cerebrospinalnerven sehr gewöhnlich vor. Nur bei sehr grossen Schlangen erkannte ich eine Spur von Ganglien im Grenzstrange. Der Vagus geht bei den Schlangen am Darm bis über $\frac{2}{3}$ der Bauchhöhle.

3) Aequivalente für einzelne Theile des Sympathicus kommen zuweilen auch bei den höheren Thieren vor. Dahin gehört, dass drüsige Organe statt, wie es seyn sollte, vom Sympathicus, vielmehr von Cerebrospinalnerven ihre Aeste erhalten, wie die Thränendrüse vom Nervus lacrymalis, die Milchdrüse des Menschen vom 3. und 4. Brustnerven.

---

# *V. Abschnitt.* Von den Centraltheilen des Nervensystems.

## *I. Capitel.* Von den Centraltheilen des Nervensystems im Allgemeinen.

Zur Definition der Centralorgane gehören folgende Eigenschaften.

Die Centralorgane des Nervensystems bewirken die vereinte Thätigkeit aller Nervenfunctionen, theils ausser der Herrschaft der Seele, theils unter derselben. Durch sie werden alle Nerven oder Leiter vereinigt. Sie setzen als Erreger (Motoren) sowohl automatisch beständig oder abwechselnd, als willkührlich auf die von dem Sensorium commune der Centralorgane ausgehenden Bestimmungen, die motorischen Nerven zur Bewegung der Muskeln in Thätigkeit. Sie reflectiren die Wirkungen der sensoriellen Nerven entweder auf motorische unbewusst, oder bringen sie im Sensorium commune der Centraltheile zum Bewusstseyn. Durch sie werden auch die organischen Nerven-Wirkungen in ungestörter Kraft erhalten, das Nervenprincip beständig erzeugt und wiedererzeugt, und ohne sie kann sich die Thätigkeit und Reizbarkeit der Nerven als Leiter auf die Dauer nicht erhalten. Diess ist die allgemeine Definition des Gehirns und Rückenmarkes als selbstständiger Erreger gegen die Nerven als Conductoren des Nervenprincips. Dass sich durch die angeführten Eigenschaften die Centralorgane von den Nerven unterscheiden, ist aus den in der Nervenphysik mitgetheilten Thatsachen nicht schwierig zu beweisen.

1) Die Centralorgane vereinigen alle Nerven; diess gilt sogar von den sympathischen Nerven, die, wie am Ende des vorigen Abschnittes gezeigt worden, an so vielen Punkten durch Fasern mit den Centraltheilen zusammenhängen. Es zeigt sich nur der Unterschied der Cerebrospinalnerven von den organischen Nerven in Beziehung auf die Centralorgane, dass die ersteren viel unmittelbarer von den Centralorganen ausstrahlen, während die organischen Nerven zwar auch ihre Fasern in Begleitung der Cerebrospinalnerven mit dem Gehirn und Rückenmark in Wechselwirkung bringen, aber doch auch ihre untergeordneten Centraltheile in ihren eigenen Ganglien und Geflechten haben, von welchen der organische Einfluss zunächst ausstrahlt, wenn sich auch die Thätigkeit dieses Systems ohne die Mitwirkung des Gehirns und Rückenmarkes auf die Dauer nicht erhalten kann.

2) Die Centralorgane sind Erreger für die motorischen Nerven als Conductoren der motorischen Entladung des Nervenprincips nach den Muskeln. Diese motorische Thätigkeit äussert sich *a.* theils als beständige Ausstrahlung, wie wir das Beispiel in der beständigen Beherrschung der Sphincteren sehen, deren Zusammenziehungen nach Verletzungen der Centralorgane aufhören; *b.* theils durch abwechselnde rhythmische Bewegungen, wie in der Abhängigkeit der Bewegungen des Athmens von der Medulla oblongata (siehe oben p. 341.); *c.* theils als Entladungen, die willkührlich von dem Sensorium commune der Centralorgane ausgehen, welches den spontanen Actionen der Seele unterworfen ist.

Gegen diesen motorischen Einfluss verhalten sich die motorischen Nerven auf doppelte Art. Die Nerven einer Classe verhalten sich gegen denselben als blosse Conductoren. Sie sind zwar auch beständig motorisch geladen, und können künstlich, wie der Nerve des Froschschenkels, durch mechanische Reize zu Entladungen bestimmt werden; aber sie entladen sich im Zustande der Gesundheit nicht spontan, sondern auf den Einfluss der Centralorgane; diess sind die motorischen Cerebrospinalnerven. Die Nerven der andern Classe, dem Einflusse des Sensorium commune in Beziehung auf willkührliche Actionen ganz entzogen, können zwar auch von den Centralorganen zu beständigen oder rhythmischen Actionen bestimmt werden, haben aber das Eigenthümliche, dass sie auch selbstständige Entladungen bewirken, wenn sie gleich auf längere Dauer zur Reproduction ihres Nerveneinflusses der Centralorgane bedürfen; dahin gehören die motorischen Wirkungen des N. sympathicus. Die von ihm beherrschten Theile ziehen sich spontan, auch getrennt von dem Einfluss der Centralorgane zusammen, wie das Herz, der Darmkanal u. s. w., aber die Kraft und Dauer ihrer Zusammenziehungen hängt durchaus von dem Verkehr ihrer Nerven mit den Centralorganen ab. Vergl. oben p. 190. 742. Bei vorübergehender Ermüdung und auch in dem Schlafe nach der täglichen Action des Nervensystems, tritt ein Mal eine Relaxation in den Wirkungen der Centralorgane auf die peripherischen Theile ein; aber diese vorübergehende Veränderung in den Centralorganen ist noch nicht im Stande, die Actionen der dem sympathischen Sy-

stem unterworfenen spontanen Bewegungen wesentlich zu verändern. Nur wenn die Ermüdung in den Centraltheilen dauernder wird, wenn diese Organe wesentlich verletzt werden, erlahmen auch die dem sympathischen System unterworfenen Bewegungen, weil ihre Kraft und Dauer von den Centraltheilen auch abhängt.

Man darf sich aber nicht vorstellen, dass während der täglich einmal eintretenden Ermüdung der Centralorgane und des Schlafes die Centralorgane überhaupt unthätig würden. Diese Ermüdung ist zwar allgemein, aber nur das Sensorium commune der Centralorgane, jener Theil des Gehirns, welcher den Actionen der Seele unterworfen ist, wird vorzüglich unthätig; nur die willkührlichen Bewegungen fallen unter den motorischen Actionen der Centralorgane während des Schlafes ganz aus. Alle übrigen Theile der Centralorgane setzen ihre Thätigkeit wie während des Wachens fort. Diess sieht man an der Fortdauer der von den Centralorganen abhängigen beständigen Zusammenziehungen der Sphincteren und den rhythmischen Athembewegungen, welche beide von wahren Cerebrospinalnerven ausgeführt werden. Gewisse Muskeln sind also, obgleich von Cerebrospinalnerven versehen, auch während des Schlafes beständig thätig; immer sind die Sphincteren geschlossen, immer bewirkt der Schlaf eine fixirte Stellung des Auges nach oben und innen, immer die constant damit verbundene Contraction der Iris mit Verengung der Pupille; die Schliessung des Mundes findet auch im Schlafe gewöhnlich statt. Kurz, wir sehen, dass auch im Schlafe der ganze motorische Apparat der Centralorgane, des Gehirns sowohl als des Rückenmarkes, fortwirkt, dass nur die willkührliche Excitation dieses dauernd thätigen motorischen Apparates während der Unthätigkeit des Sensorium commune aufhört. Daher müssen wir auch eine während des Schlafes fortdauernde Wechselwirkung der Centralorgane mit der motorischen Thätigkeit des sympathischen Systems nothwendig voraussetzen, ohne welchen Einfluss die Kraft der Bewegungsactionen im sympathischen System sogleich abnehmen würde, wie wir in der Apoplexie, in den von den Centralorganen eintretenden Ohnmachten und bei der künstlichen Zerstörung des Rückenmarkes (siehe oben p. 194.) deutlich sehen.

3) Die Centralorgane erfahren die Wirkungen der sensoriellen Nerven, und pflanzen sie entweder unbewusst reflectirend auf die Ursprünge der motorischen Nerven fort, wodurch die reflectirten Bewegungen (siehe oben p. 717.) entstehen; oder sie leiten diese Wirkungen zu dem Sensorium commune der Centralorgane, wodurch sie während der Thätigkeit des letztern bewusst werden. Im ersten Falle gelangen die centripetalen Wirkungen der sensoriellen Nerven nur bis zur Excitation des motorischen Apparates der Centralorgane, der vorzüglich seinen Sitz im Rükkenmark hat, aber sich auch in das Gehirn verzweigt; im zweiten Falle gelangen diese Wirkungen zu einem besonderen Theil der Centralorgane, ohne Reflexionsbewegungen zu erregen, in dem Sen m commune zu dem Bewusstwerden der Seele. Nicht sel eschieht Beides; die Empfindungen werden bewusst, und err zugleich Reflexionsbewegungen, indem die Leitung

zugleich nach dem motorischen Apparate der Centralorgane und nach dem Sensorium commune geschieht, wie bei dem Husten von dem empfundenen Reize in der Luftröhre, bei dem Schliessen der Augenlieder von heftigem Schall, bei der Zusammenziehung der Iris von Reizung der Retina durch Lichtsehen. In Hinsicht der Theorie und Gesetze dieser Wirkungen muss hier auf das dritte Cap. des III. Abschn. p. 717. und p. 744. verwiesen werden. Da die Reflexionserscheinungen nicht von dem Sensorium commune, sondern von dem motorischen Apparate der Centralorgane abhängig sind, der letztere aber im Schlafe zu wirken fortfährt, so finden sie auch im Schlafe eben so gut wie im Wachen statt; wie der Husten von Reizen in der Luftröhre, und viele andere Erscheinungen während des Schlafes beweisen.

4) Die organischen Nervenwirkungen werden durch die Centralorgane des Nervensystems in ungestörter Kraft erhalten. Hier zeigt sich dasselbe Verhalten zwischen dem N. sympathicus und den Centralorganen, wie in Hinsicht der Bewegungen der dem N. sympathicus unterworfenen Theile. Die Ernährung und Absonderung geschehen unter einer gewissen selbstständigen Action der organischen Nerven. Embryonen sind zwar bis zur Reife bei Zerstörung des Rückenmarkes und Gehirns ernährt worden. Siehe oben p. 196. Vergl. Eschricht (in Mueller's *Archiv für Anatomie und Physiologie* 1834. p. 268.). Ja zuweilen werden Theile von Embryonen, ein einzelner Kopf, eine Extremität, ernährt, welche nicht einmal ein Herz besitzen, und wo das Blut durch das Herz eines andern Embryo zugeführt wird, indem die Gefässe des defecten Embryos von der Nabelschnur des gesunden ausgehen. Siehe Rudolphi *Abhand. der Acad. zu Berlin.* 1816. und Mueller in dessen *Archiv für Anatomie und Physiologie* 1834. p. 178. Aber beim Erwachsenen leidet die Ernährung oft, wenn auch nicht immer, bei Lähmungen des Gehirns und Rückenmarkes, die gelähmten Theile sind bei Verletzungen derselben leichter dem Brand unterworfen, und bei heftigen acuten Leiden der Centralorgane mit Unterdrückung ihrer Actionen entsteht oft spontan der Brand in einzelnen Theilen. Bei der Tabes dorsalis verschwindet zuletzt die Fähigkeit zur Erection durch Blutanhäufung in dem erectilen Gewebe des Penis und zur Zeugung.

5) Das Nervenprincip wird in den Centralorganen erzeugt und wiedererzeugt. Diess geht aus den von mir und Sticker angestellten Versuchen (siehe oben p. 412.) hervor, nach welchen die von den Centralorganen getrennten Nerven eines Gliedes in der ersten Zeit zwar noch motorische Kraft besitzen, indem sie, gereizt, Bewegungen der von ihnen versehenen Muskeln erregen, nach welchen aber diese Nerven, sofern sie nicht wieder verheilen, nach mehreren Monaten alle Reizbarkeit für mechanischen und galvanischen Reiz verloren haben, so dass also die beständige Wechselwirkung der Nerven und der Centralorgane zur Erhaltung der Kräfte der Nerven nöthig ist, während die Centralorgane ihre Kräfte auch nach dem Verlust ihrer Conductoren behalten. Die Erhaltung der Reizbarkeit der Nerven ist indess nicht bloss von dem beständigen Einfluss der Centralorgane, son-

dern auch von ihrer Thätigkeit selbst abhängig. Wenn ein Nerve sehr lange Zeit nicht in Thätigkeit gesetzt wird, so verliert er immer mehr an Kraft für fernere Thätigkeit. Die meisten Menschen haben keinen Einfluss auf kleine Muskeln durch Mangel an Uebung, und nach Erblindung des Auges atrophirt in später Zeit der Sehnerve bis gegen das Gehirn hin; ja Magendie hat sogar diese Atrophie bei Vögeln durch künstlich bewirkte Erblindung schon in einigen Monaten erzeugt.

Die Scheidung der belebten thierischen Materie in Centralorgane, und die von den Centralorganen abhängigen Theile, ist nicht bloss ein Attribut aller thierischen Wesen; der Trieb zu dieser Scheidung ist sogar der keimfähigen Materie von Anfang an eingepflanzt, und es scheint, dass mit der Aeusserung dieses Triebes die ganze Organisation beginnt. Die p. 43. angeführten Beobachtungen über die zusammengesetzte Structur der einfachsten Thiere machen es wahrscheinlich, dass es bei allen, auch den scheinbar einfachsten Thieren, Nerven und von den Nerven abhängige Theile giebt, und wo die Anatomie des Nervensystems möglich ist, sehen wir auch wieder eine Sonderung desselben in gewisse wichtigere Centraltheile und ihre Conductoren, die Nerven. Beim Embryo der höheren Thiere beginnt sogleich diese Sonderung schon in der Keimhaut, in deren Achse sich der mit den Kräften der Centralorgane begeistete Theil der thierischen Materie anhäuft, während sich um dieselbe die davon abhängigen Theile gestalten. Aber auch in dem von den Centraltheilen abhängigen peripherischen Theile des neuen Wesens schreitet eine ähnliche Sonderung fort, indem sich dieser wieder in die Conductoren des Nervenprincips, die Nerven und die von ihnen den Einfluss der Centralorgane empfangenden Gewebe histologisch und virtuell sondert. Die Entstehung der Centralorgane bedingt die Entstehung der peripherischen Theile; die Entstehung der Nerven in dem peripherischen Theile des Thieres bedingt zugleich die Entstehung der wieder von den Nerven beseelten Gewebe. Mit dieser Sonderung zwischen Centralorganen und peripherischen Theilen ist das Gehirn und Rückenmark virtuell vorhanden; weder das eine noch das andere entsteht früher; die Ausbildung der einzelnen Regionen der Centralorgane ist erst wieder die Folge fortschreitender Entwickelung und Sonderung. Eben so ist es mit der histologischen Sonderung des peripherischen Theiles; sobald sie beginnt, ist gewiss der ganze Nerve vorhanden, nicht das äussere Ende des Nerven ist das Erste, das den Centralorganen entgegenwüchse. Wenigstens hat diese Ansicht von Serres (*anat. comp. du cerveau*) durchaus keine thatsächliche Basis; und die dafür angeführten Beobachtungen haben in den classischen Untersuchungen von Baer über die Entwickelungsgeschichte des Embryo keine Bestätigung gefunden.

Vergleicht man nun die niederen Thiere mit den höheren in Hinsicht des Gegensatzes der Centraltheile und peripherischen Theile, und wieder der Centraltheile und des peripherischen Nervensystems, so zeigt sich, dass dieser Gegensatz bei den niederen Thieren, wenngleich vorhanden, doch weniger ausgebil-

det ist. Nach der von Ehrenberg entdeckten zusammengesetzten Structur der für so einfach angesehenen Wesen, der Infusorien und Medusen muss man die Existenz der Nerven in allen Thieren annehmen. Siehe oben p. 43. Vergl. über die Medusen Ehrenberg in Mueller's *Archiv für Anatomie und Physiologie* 1834. Aber das die Centraltheile belebende Princip muss hier noch mehr über das Nervensystem verbreitet seyn, als bei den höheren Thieren, weil die Theilung dieser Thiere in Stücke den Organismus nicht zerstört, vielmehr zur Entstehung mehrerer Organismen die Veranlassung giebt. Bei einigen Anneliden, die ein deutliches Nervensystem haben, die aber, in zwei Theile getheilt, in den Theilen fortleben, wie die Nereiden, Naiden, ist diess ganz offenbar. Die aus einem knotigen Nervenstrange bestehenden Centraltheile müssen also hier das wirksame Princip der Centraltheile in einer grossen Ausdehnung enthalten. Und bei den Polypen und Planarien, die man in mehrere fortlebende Stücke durch Theilung in verschiedener Richtung sondern kann, muss die Vertheilung der mit den Kräften der Centraltheile begabten Materie noch grösser seyn. Der der belebten thierischen Materie eingepflanzte Trieb, sich in Centraltheile und abhängige Theile zu sondern, zeigt sich sogleich in dem abgetrennten Stücke der Planarie wieder, gleichwie in dem Keime der höheren Thiere. Dass aus diesem Stücke ein neues, mit allen Organen begabtes Thier wird, ist eben die Aeusserung jenes, aller belebten thierischen Materie einwohnenden Triebes.

Das vorher von den Ringelwürmern angeführte Beispiel zeigt uns, dass der knotige Nervenstrang derselben das wichtigste Lebensprincip der Centralorgane nicht bloss in dem ersten oder Hirnknoten, sondern in dem ganzen knotigen Strange enthält; denn mit der individuell belebten Materie ist hier das Lebensprincip selbst theilbar. Nun frägt sich, wie weit eine solche Ausdehnung des centralen Lebensprincips in dem Nervensystem der zunächst folgenden Thiere besteht.

Die gegliederten Thiere, obgleich sie noch mit einem knotigen Nervenstrange gleich den Anneliden begabt sind, leben getheilt nicht wieder fort; indessen auch die Insecten zeigen nach Wegnahme des Kopfes noch willkührliche Bewegungen. Ein Carabus granulatus lief nach wie vor herum; eine Bremse, auf den Rücken gelegt, strengte sich an, auf die Beine zu kommen. Treviranus führt auch die interessante Beobachtung von Walckenaer über eine Cerceris ornata an, welche einer in Löchern lebenden Biene nachstellt. Walckenaer stiess einer solchen Wespe im Augenblicke, wo sie in das Loch der Biene eindringen wollte, den Kopf ab; sie setzte ihre Bewegungen fort, und suchte umgekehrt dahin zurückzukehren und einzudringen. Treviranus *Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens*. 2. 194.

Diese Thatsachen beweisen, dass das Hirnganglion der Gliederthiere nicht allein Einfluss auf spontane und zweckmässige Bewegung hat. Indessen besteht doch eine Unterordnung in der Wirkung der übrigen Ganglien unter das Hirnganglion.

Bei den Wirbelthieren hat das Rückenmark nicht mehr den

grossen Einfluss auf spontane und willkührliche Bewegung wie bei den Wirbellosen die untergeordneten Ganglien der Centraltheile. Gleichwohl zeigt sich nach dem Köpfen der Thiere noch eine gewisse Harmonie und Zweckmässigkeit der Bewegungen. Vögel flattern mit den Flügeln. Der enthauptete Frosch setzt sich, wie Volkmann bemerkt, wieder auf. Doch habe ich dergleichen Bewegungen der enthaupteten Frösche, die von Reflexbewegung ganz unabhängig waren, immer nur dann gesehen, wenn der Kopf dicht am Halse getrennt war. Fiel der Schnitt tiefer, durch das Rückenmark, so zeigte der Frosch keine Spur von Willkühr in Bewegungen. Flattern auch Vögel noch mit den Flügeln nach Durchschneidung des Rückenmarks in der Mitte des Halses, so sind diess zwar gruppenweise Bewegungen, die im Rückenmark ihre Ursache haben, aber sie sind von willkührlichen Bewegungen noch sehr verschieden.

Wir besitzen auch keine sichere Thatsache, dass das Rückenmark unabhängig vom Gehirn und dem verlängerten Marke noch empfinde. Reflexbewegungen nach Hautreizen an enthaupteten Thieren können nicht hieher gerechnet werden, und zeigen enthauptete Frösche bei Hautreizen noch etwas Zweckmässiges in der Reaction, so tritt diese Erscheinung gewiss nur ein, wenn der Schnitt durch das Rückenmark in seinem Anfang geschah.

Bei allen höheren und niederen Wirbelthieren entspricht die Masse des Rückenmarkes im Allgemeinen dem Umfange der davon beherrschten Körpertheile; das Rückenmark eines Fisches ist verhältnissmässig nicht geringer als das Rückenmark eines Menschen, aber das Gehirn nimmt bei den höheren Thieren in gleichem Verhältniss mit der Ausbildung ihrer intellectuellen Fähigkeiten zu. Bei den Fischen besteht das Gehirn nur aus mehreren vor der Medulla oblongata liegenden Anschwellungen. Das Gehirn der Amphibien ist grösser als das der Fische, das der Vögel grösser als das der Amphibien, das der Säugethiere übertrifft das Gehirn der Vögel, das menschliche übertrifft alle. Wir wollen diese Vergleichung durch Angabe von Zahlenverhältnissen später weiter ausführen. Sind gleich alle thierischen Wesen bis zum Infusorium im Allgemeinen in Bezug auf das zum thierischen Leben Nothwendige gleich vollkommen organisirt, so muss ein Unterschied der Vollkommenheit in Beziehung auf die intellectuelle Entwickelung und ihre Organe zugegeben werden und ist im Bau des Gehirns offenbar.

Man sieht aus den bisherigen Betrachtungen, dass die Vergleichung der Stärke der Nerven mit den Centraltheilen des Nervensystems (zusammengenommen) bei verschiedenen Thieren wenig geeignet ist, physiologische Aufschlüsse zu geben. Die Stärke der Nerven wird zwar im Allgemeinen im Verhältniss zu den Centraltheilen bei den niederen Wirbelthieren zunehmen; aber richtiger ausgedrückt, nimmt sie nur im Verhältniss zum Gehirn auffallend zu. Ein anderer Apparat der Centraltheile, das Rükkenmark, welches ausserdem, dass es ein Leiter vom Gehirn zu den von ihm entspringenden Nerven, und umgekehrt, ist, eine den Bewegungskräften des Körpers entsprechende motorisch ge-

ladene Säule darstellt, scheint überall diesen Bewegungskräften durch seine Masse und den von ihm entspringenden Nerven durch eben dieselbe (nicht durch Länge und Kürze, die sehr variirt) zu entsprechen. Das Rückenmark von Gadus Lota verhält sich zur Masse des Körpers nach Carus, wie 1 : 481, bei Salamandra terrestris wie 1 : 190, bei der Taube wie 1 : 305, bei der Ratte wie 1 : 180, bei der Katze wie 1 : 161. Allerdings giebt es bei den Fischen Nervenstämme, wie der Nerv. trigeminus und Nerv. vagus, welche den Durchmesser des Rückenmarkes zuweilen geradezu übertreffen. Indessen kömmt es bei der Vergleichung der Nerven und des Rückenmarkes bei verschiedenen Thieren wohl auf die Dicke der Nerven, aber nicht auf die Dicke des Rückenmarkes, sondern eben so gut auf dessen Länge, oder richtiger auf Vergleichung der ganzen Masse des Rückenmarkes mit der Summe der Stärke aller daraus entspringenden Nerven an. Dann aber kann die Stärke derjenigen Hirnnerven, welche aus den Rückenmarksfortsetzungen im Gehirn entspringen, nicht fruchtbar mit der Stärke des eigentlichen Rückenmarkes hinter dem Gehirn verglichen werden.

Die bisherigen Betrachtungen sollen uns den Weg zur genaueren Untersuchung der Kräfte des Gehirns und Rückenmarkes selbst eröffnen. Die wichtigsten Schriften über die Physiologie des Gehirnes und Rückenmarkes sind: Gall et Spurzheim *Anat. et physiol. du systeme nerveux. Paris* 1810. *f.* Tiedemann *Anatomie u. Bildungsgeschichte des Gehirnes. Nürnberg* 1816. 4. Burdach *vom Bau und Leben des Gehirns.* 1—3. *Bd. Leipz.* 1819—26. 4. Carus *Versuch einer Darstellung des Nervensystems und insbesondere des Gehirns. Leipz.* 1814. 4. Desmoulins et Magendie *anatomie des systèmes nerveux. Paris* 1825. 2 *Vol.* 8. Serres *Anatomie comparée du cerveau. Paris* 1824. 2 *Vol.* Rolando *saggio sopra la vera struttura del cervello e sopra le funzioni del sistema nervoso. ed.* 3. *Torino* 1828. 3 *Vol.* 8. Flourens *Versuche u. Untersuchungen über die Eigenschaften und Verrichtungen des Nervensystems. Leipz.* 1824. 8. *Fortsetzung. Leipz.* 1827. 8. Treviranus, in Tiedemann's *Zeitschr. für Physiol. Bd. IV.*

## *II. Capitel.* Vom Rückenmark.

Das Rückenmark unterscheidet sich schon anatomisch von den Nerven; es enthält, wie das Gehirn, dieselben zarteren röhrigen Fasern; es enthält in seinem Innern graue Substanz, die sich beim Durchschneiden als ein liegendes Kreuz darstellt, so dass die Figur derselben in dem vorderen und hinteren Strange sich jederseits hornartig verlängert. Ueber die doppelte Art der grauen Substanz und über die substantia cinerea gelatinosa des Rolando den hinteren Hörnern entlang siehe oben in der feinern Anatomie der Nerven pag. 612. Aber auch die Anordnung der weissen Substanz ist eigenthümlich. Rachetti und Rolando haben die Beobachtung gemacht, dass die weisse Substanz in von aussen nach innen gehende Lamellen getheilt ist, die man durch

längere Aufbewahrung von Rückenmarksdurchschnitten in Kochsalz sichtbar machen kann; und Rolando behauptet, dass die Marksubstanz aus lauter aneinander liegenden Falten einer abwechselnd umgeschlagenen Markhaut bestehe, so dass dünne Fortsätze der Gefässhaut zwischen diese Falten von aussen eintreten, während von innen dünne Lagen grauer Substanz dazwischen treten. In der weissen vordern Commissur des Rückenmarkes soll die Markhaut von der einen zur andern Seite herüber gehen, während dieser Uebergang hinten fehle.

In physiologischer Hinsicht stimmt das Rückenmark mit den Nerven darin überein, dass es die Wirkungen seiner Nerven auf das Gehirn so fortpflanzt, wie die Gehirnnerven es unmittelbar auf das Sensorium commune thun, und dass es die Hirnwirkungen auch wieder zu seinen Nerven so leitet, als wenn diese unmittelbar von dem Gehirn selbst entsprängen; in anderen Punkten unterscheidet sich das Rückenmark aber wesentlich von den Nerven durch ihm selbst, als Centralthei, und nicht den Nerven zukommende Kräfte. Wir werden beiderlei Eigenschaften genauer untersuchen.

1) *Das Rückenmark als Leiter, Conductor des Nervenprincips oder der Oscillationen desselben.* Alle Hirnnerven sind unmittelbar und alle Spinalnerven mittelbar durch das Rückenmark unter den Einfluss des Gehirns gesetzt. Sobald dieser Einfluss unterbrochen wird, gelangen die Reizungen der Empfindungsnerven nicht mehr zum Bewustseyn, und das Gehirn kann nicht mehr willkührlich die motorische Kraft derjenigen Nerven anregen, welchen sein Einfluss entzogen wird.

Die Ursachen, welche die Gemeinschaft des Gehirns und Rückenmarkes mit den Nerven unterbrechen, sind Druck auf die Nerven, Zerstörung und Zerschneidung derselben, und Lähmung ihrer motorischen Kraft durch auflösbare Stoffe, z. B. bei der Bleivergiftung.

So oft diese Ursachen auf einen Nerven wirken, sind alle unter der verletzten Stelle abgehenden Zweige der willkührlichen Erregung der motorischen Kraft entzogen, und die von diesen Zweigen versehenen Muskeln sind in Hinsicht der willkührlichen Bewegung gelähmt, und in demselben Theile hört die Empfindung gegen äussere Reize auf.

Diejenigen Nervenzweige dagegen, welche über der verletzten Stelle des Nerven entspringen, sind dem Einfluss des Gehirns und der Willensbestimmung auf ihre Muskeln nicht entzogen, weil ihre Primitivfasern noch unversehrt mit dem Gehirn zusammenhängen. Auch haben aus demselben Grunde alle sensibeln Nervenzweige noch Empfindung, welche über der verletzten Stelle von ihrem Stamme entspringen, und also noch durch ihre Primitivfasern mit dem Gehirn oder Rückenmark zusammenhängen.

Die Verletzung eines Nerven an einer Stelle hebt nur die Gemeinschaft mit dem Gehirn oder dem Organe des Bewusstseyns und der willkührlichen Excitationen auf, dagegen behalten die unter der verletzten Stelle gelegenen Theile des Nerven ihre motorische Kraft selbst eine geraume Zeit unversehrt, und es ist nur

der Hirneinfluss auf dieselben aufgehoben. Wenn man daher einen Nerven, welcher durch Entziehung des Hirneinflusses gelähmt ist, oder nicht mehr mit dem Gehirn zusammenhängt, sticht, quetscht, brennt, ätzt, elektrisirt, galvanisirt, so hat zwar keine Empfindung statt, weil die Reizung nicht mehr zum Gehirn gelangt, aber es zucken dennoch die Muskeln, zu welchen dieser Nerve Zweige schickt, weil nur der Hirneinfluss auf die motorische Kraft, nicht aber die motorische Kraft des Nerven unter der verletzten Stelle gelähmt ist. Nur wenn ein Nerve mehrere Monate dem Einflusse der Centraltheile entzogen ist, verliert er, wie meine und Sticker's Versuche (siehe oben p. 639.) gezeigt haben, seine Reizbarkeit ganz.

Beim Menschen und den höheren Thieren verhält sich daher das Rückenmark zum Gehirn gerade so, wie alle Hirnnerven zum Gehirn, und das Rückenmark ist als gemeinsamer Stamm aller Rumpfnerven zu betrachten, obgleich es auch noch eigenthümliche Kräfte vor den Nervenstämmen voraus hat. Durch das Rückenmark werden die Primitivfasern aller Rumpfnerven mit dem Gehirn verbunden, während die Hirnnerven unmittelbar zum Gehirn treten.

Hiernach sind die Folgen der Rückenmarksverletzungen zu beurtheilen. Verletzung des untersten Theiles des Rückenmarkes bewirkt Lähmung der unteren Extremitäten, des Mastdarms, der Blase, Verletzung desselben höher hinauf bewirkt Lähmung jener Theile sammt den Bauchmuskeln, noch höher hinauf Lähmung aller dieser Theile sammt den Brustmuskeln; Verletzung des Rückenmarkes am Halse unter dem 4. Halsnerven bewirkt auch Lähmung der Arme, aber nicht des Zwerchfells, wegen des Ursprunges des N. phrenicus von dem 4. Halsnerven; Verletzung des verlängerten Markes bewirkt Lähmung des ganzen Rumpfes. Wenn eine Verletzung von unten nach aufwärts vorschreitet, so schreitet auch die Lähmung von unten nach aufwärts vor, wie in der Tabes dorsalis. Das Rückenmark verhält sich also hierbei ganz als Stamm der Rumpfnerven. Reizt man den obern Theil des Rückenmarkes mechanisch oder galvanisch, so zucken alle Muskeln des ganzen Rumpfes, gerade so, wie durch Reizung eines Nervenstammes alle Muskeln seiner Zweige zucken. Durchschneidet man einen Nerven, so ist das dem Hirneinfluss entzogene Stück, wenn es gereizt wird, fähig, Zuckungen in den Muskeln dieses Nerven hervorzurufen; durchschneidet man das Rückenmark eines Thieres, so ist das dem Hirneinfluss entzogene Stück des Rückenmarkes, wenn es gereizt wird, fähig, noch alle Nerven, die von ihm entspringen, und dadurch ihre Muskeln zu excitiren.

Allein das Rückenmark vertritt nicht allein alle Rumpfnerven in genere im Gehirn, sondern auch die einzelnen Primitivfasern der Rumpfnerven; denn die Affection gewisser Theile des Rückenmarkes unterbricht nur den Hirneinfluss zu gewissen Muskeln des Rumpfes, und die Verletzung gewisser Theile des Gehirns hat auch nur die Lähmung gewisser Theile des Rumpfes zur Folge. Die halbseitige Ursache der Lähmung im Gehirn und Rücken-

mark bedingt auch nur eine halbseitige Lähmung am Rumpfe, und je kleiner die Verletzung, je weniger sie von den Strängen des Rückenmarkes umfasst, um so weniger Theile sind durch sie dem Hirneinfluss entzogen. Bedenkt man ferner, dass es vom Gehirn abhängt, wie viel Muskeln des Rumpfes jedesmal bewegt werden, so scheint daraus nothwendig hervorzugehen, dass die Primitivfasern der Nervenstämme, welche ins Rückenmark treten, auch im Rückenmark sich nicht verbinden, sondern parallel neben einander, wie im Stamme eines Nerven zum Gehirn treten, um isolirt dem Gehirn örtliche Empfindungen mitzutheilen, und isolirte Excitationen zur Bewegung zu erhalten. Denn wenn sich die Primitivfasern der Nerven im Rückenmark verbänden, so wäre eine örtliche Empfindung am Rumpfe eben so wenig möglich, als eine isolirte Zusammenziehung einzelner Muskeln am Rumpfe. Auch die Ursache der Zuckungen im Gehirn und Rückenmark wirkt auf einzelne Theile am Rumpfe, und so entstehen auch Empfindungen in einzelnen Theilen des Rumpfes, bei Verletzungen gewisser Theile des Rückenmarks und Gehirns.

Uebrigens ist die Ordnung der Primitivfasern zu Nerven beim Hervortreten aus dem Rückenmark noch nicht vorgebildet, sondern tritt erst durch das bündelweise Zusammenfassen von Wurzelfäden ein. Bekanntlich inseriren sich die vorderen und hinteren Wurzeln in den vorderen und hinteren Strängen in einer seitlichen Linie, jederseits etwas entfernt von der Mittellinie. Die Wurzelbündel der Cauda equina inseriren sich hier dicht neben einander ohne Unterbrechung, die Wurzeln der übrigen Nerven dagegen mit scheinbarer Unterbrechung, indem die Fasern zwar aus einander fahren, aber die Büschel der Nervenwurzeln sich nicht erreichen. So ist es scheinbar in den genannten seitlichen Insertionslinien, wo die Faserbündel die pia mater durchbohren. Allein von jener Insertionslinie aus fahren sie noch weiter aus einander, und wenn man sie noch tiefer verfolgt, so sieht man, dass die Wurzelanfänge aller Nerven ziemlich eine nicht unterbrochene Längslinie bilden, so dass die Wurzel eines Spinalnerven erst entsteht durch das Zusammenfassen einer gewissen Anzahl der Primitivbündel. Sieht man von dem bündelförmigen Zusammenfassen der Primitivfasern zu Nervenstämmen ab, und betrachtet man die Ursprünge der Primitivfasern im Rückenmark hinter einander, ihre Isolation in den Nervenstämmen, ihr Auseinandergehen in der letzten Verzweigung, so gleicht das Rückenmark einem aus Nervenfasern gebildeten Stamme, von welchem ununterbrochen mit Regelmässigkeit vorn und hinten viele Millionen Primitivfasern, theils von motorischer Kraft, theils von sensibler Kraft gleichsam wie Strahlen zu allen Theilen gehen, welche zwischen ihrem Ursprunge im Rückenmarke und ihren peripherischen Enden in so viel grössere und kleinere Bündel durch Nervenscheiden zusammengefasst sind, als es Rückenmarksnerven und Zweige derselben giebt. Wir haben aber schon gesehen, dass diess Zusammenfassen ohne alle wahre Verbindung der Primitivfasern, und ohne Mittheilung der Urkräfte der Primitivfasern geschieht.

Die vergleichende Anatomie giebt uns über das Verhältniss

der Nerven zum Rückenmark keine Aufschlüsse. Wir finden sehr abweichende Verhältnisse in der Länge des Rückenmarkes vor. Beim Igel, dessen Hautmuskel eines bedeutenden Nerveneinflusses bedarf, während die Haut, mit Stacheln bewaffnet, wenig der Gefühlseindrücke fähig ist, hört es so frühzeitig auf, dass die hintere Hälfte desselben fehlt; bei den meisten anderen Säugethieren nimmt es fast die ganze Länge des Canalis vertebralis ein, und bei den Kaninchen, Meerschweinchen reicht es, trotz der Kürze des Schwanzes, über die Heiligenbeinwirbel hinaus (Desmoulins, a. a. O. 2. p. 539.); zum Beweise, dass seine Verlängerung nicht allein von der Länge und Stärke des Schwanzes abhängt. Beim Känguruh, wo der sehr starke Schwanz mehr zur Stütze als zum Tasten dient, soll das Rückenmark, nach Desmoulins, nicht länger als bei den Hunden seyn; dasselbe soll bei den Affen mit Greifschwänzen sich mit einem noch bedeutenden Volum bis zu den Heiligenbeinwirbeln verlängern. Bei Tetrodon mola, einem Fisch, der fast so hoch als lang ist, ist das Rückenmark auf den ersten Blick gar nicht vorhanden. Das Gehirn endigt in einem äusserst kurzen keilförmigen Stumpfe des Rückenmarkes, von welchem die Wurzeln der Nerven wie Saiten in einer vordern und hintern Reihe neben einander abgehen. Bei den meisten Thieren ist das Rückenmark ein Strang, der in dem Grade nicht abnimmt, als Nervenwurzeln von ihm abgehen, (wie man besonders bei Fischen, Schildkröten sieht), und der tief unten noch fast eben so dick wie oben ist. Es ist also wahrscheinlich, dass die Primitivfasern des Rückenmarkes vom Gehirn kommend, zwar an den entsprechenden Stellen Wurzelfasern der Nerven abgeben, dass aber noch viele andere Fasern im Rückenmark vorkommen.

Die Entdeckung, dass die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven bloss motorisch, die hinteren bloss sensibel sind (siehe oben p. 649.), hat auf die Geschichte der Lähmungen sehr viel Licht geworfen. Bekanntlich ist zuweilen die Empfindung eines Gliedes, oder der ganzen Seite, oder der ganzen unteren Theile des Körpers gelähmt, während die Bewegung unversehrt ist; in anderen Fällen ist die Bewegung gelähmt und die Empfindung unversehrt; in anderen Fällen sind beide zugleich gelähmt. Nun fragt sich, wiederholt sich der Unterschied der sensoriellen Nerven und motorischen Nerven auch am Rückenmark, laufen die sensoriellen Fasern von den motorischen Fasern des Rückenmarkes verschieden zum Gehirn? Die Verschiedenheit der Lähmungen scheint diess zu beweisen, denn anders ist es unmöglich, jene merkwürdigen pathologischen Thatsachen zu erklären. Aber ein Anderes ist es, bestimmt anzugeben, welches die motorischen, welches die sensibeln Theile des Rückenmarkes sind. Entweder, kann man sagen, sind die vorderen Stränge, aus welchen die motorischen Wurzeln entspringen, selbst bis zum Gehirn motorisch, die hinteren Stränge, aus welchen die sensibeln Wurzeln entspringen, bis zum Gehirn bloss sensibel; oder, könnte man fragen, ist etwa die weisse Rindensubstanz des Rückenmarkes der einen, die graue Substanz der andern Function bestimmt?

Für die erstere Annahme, welche Bell und Magendie theilen, giebt es keine ganz genügenden Beweise, weder experimenteller noch pathologischer Art. Sichere Experimente sind unmöglich zu machen; denn indem man durch Schnitt auf die hinteren Stränge des Rückenmarkes wirkt, drückt man zugleich die vorderen. So definitiv die Resultate in Hinsicht der vorderen und hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven sind, so wenig sind sie es in Hinsicht der vorderen und hinteren Stränge des Rückenmarkes, die sich überdiess als getrennt nicht einmal anatomisch nachweisen lassen. Diess habe ich schon bei Bekanntmachung meiner Versuche über die Wurzeln in meinem französischen Memoire (*ann. des scienc. nat.* 1831.) erklärt. Magendie (*Journal de physiol. T.* 3. 153.) fand die hinteren Stränge sehr empfindlich, die vorderen nicht empfindlich, aber sie erregten gereizt heftige Zuckungen. Später (*Journ. de physiol.* 3. *p.* 368.) gab er zu, dass das Resultat nicht absolut sey. Backer (*comment. ad quaest. physiol. Ultraj.* 1830.) fand nach Durchschneidung der vorderen Stränge nur die Bewegung, nach Durchschneidung der hinteren nur die Empfindung gelähmt; er sah bei Thieren, denen er die vorderen Stränge des Rückenmarkes im Rückentheil durchschnitten, nach Vergiftung der Thiere mit Nux vomica bloss in den vorderen Extremitäten Krämpfe entstehen. Seubert's Versuche hatten in Hinsicht der Nervenwurzeln ein entscheidendes, in Hinsicht des Rückenmarkes ein unsicheres Resultat. Die vordere Gegend scheint nach diesen Versuchen vorzüglich, aber nicht allein, der Bewegung vorzustehen, die hintere vorzüglich, aber nicht allein, der Empfindung. Uebereinstimmend damit sind die älteren Versuche von Schoeps (Meckel's *Archiv.* 1827.), wonach die Section der vorderen Stränge des Rückenmarkes die Sensibilität schwächt, nach der Section der vorderen Stränge eine grössere Sensibilität zurückbleibt, als nach Section der hinteren Stränge, nach der Section der hinteren Stränge die Bewegung der Extremitäten aufhört, die aber wiederkehrt, nach der Section der vorderen Stränge die Bewegung ganz aufhört. Die pathologischen Fälle, die man in Seubert's Schrift (*de funct. rad. ant. et post. nerv. spin. Carlsruhae* 1833.) zusammengestellt findet, bestätigen die Hypothese nur zum Theil, mehrere Fälle sprechen geradezu dagegen, wie auch der Umstand, dass der motorische Nervus accessorius bei Vögeln und Amphibien ganz aus den hinteren Strängen entspringt. Bellingeri (*de medulla spinali. August. Taurin.* 1823.) behauptet, die hinteren Wurzeln hätten einen dreifachen Ursprung von den hinteren Hörnern der grauen Sudstanz, von der weissen der hinteren Bündel des Rückenmarkes, von den Seitenbündeln; die vorderen Wurzeln auch einen dreifachen Ursprung von den vorderen Bündeln, von den vorderen Seiteneinschnitten, von den Seitenbündeln. Wären diese Angaben richtig, was sehr zu bezweifeln ist, so würden die hinteren Wurzeln allein mit der grauen Substanz zusammenhängen. Bellingeri nimmt ohne Beweise an, dass die innere graue Substanz der Empfindung, die weisse der Bewegung vorstehe, dass die vorderen Stränge des Rückenmarkes und die vorderen Wurzeln der Bewegung der

Beugemuskeln, die hinteren der Bewegung der Streckmuskeln bestimmt seyen; diess ist wenigstens in Hinsicht der Wurzeln durchaus unrichtig. Nach E. H. Weber soll es zuweilen gelingen, die Spuren der Nervenwurzeln überhaupt bis zur grauen Substanz zu verfolgen, was dagegen Rolando bezweifelt hat. Ueber den Antheil der grauen und weissen Substanz an den beiden Functionen lassen sich leider durchaus keine Experimente anstellen, und was alle Experimente über die vorderen und hinteren Stränge unsicher macht, ist die Reflexionsfähigkeit des Rückenmarkes, eine sensorielle Affection nach dem motorischen Apparat zu verpflanzen. Wenn z. B. die vorderen Stränge wirklich allein motorisch, die hinteren bloss sensoriell sind, so müsste doch eine Verletzung der hinteren Stränge leicht schon deswegen durch Mitaffection der vorderen Stränge Zuckungen bewirken, weil das Rückenmark bei allen heftigen Verletzungen in den reflectirenden Zustand geräth, wo dann jede Reizung der sensoriellen Nerven, auf das Rückenmark verpflanzt, sich auf die motorischen Nerven reflectirt. Vgl. oben p. 717.

Die Fasern des Rückenmarkes gelangen durch die Medulla oblongata zum Sensorium commune. Ohne hier die Eigenschaften der verschiedenen Theile des Gehirns, und ohne die übrigen Eigenthümlichkeiten des Rückenmarkes schon hier zu untersuchen, wollen wir hier nur erwägen, dass das Rückenmark die Primitivfasern aller Spinalnerven einzeln durch seine Fasern im Gehirn vertritt, so wie die Hirnnerven durch ihre Primitivfasern sich im Gehirn vertreten. Das Gehirn empfängt die Eindrücke aller sensibeln Fasern des ganzen Organismus, wird ihrer bewusst, und weiss den Ort der Empfindung nach der Affection der verschiedenen Primitivfasern; das Gehirn excitirt wiederum die motorische Kraft aller motorischen Primitivfasern und des Rückenmarkes bei der willkührlichen Bewegung. Wir bewundern in dieser Thätigkeit einen unendlich complicirten und feinen Mechanismus der Anordnung der Elemente, während die Kräfte selbst durchaus ideeller Art sind. So verschieden die Thätigkeit ist, so gleicht doch die Action des Gehirns bei der Erregung eines gewissen Theils unter den unendlich vielen Primitivfasern dem Spiel eines vielbesaiteten Instrumentes, dessen Saiten erklingen, so wie die Tasten berührt sind. Der Geist ist der Spieler oder Excitator, die Primitivfasern aller Nerven, die sich im Gehirn ausbreiten, sind die Saiten, und die Anfänge derselben die Tasten. Niemeyer (*Materialien zur Erregungstheorie. Gött.* 1800.) erklärt die willkührlichen Bewegungen daraus, dass die Spannung der Antagonisten aufgehoben werde; allein einzelne Muskeln bewegen sich, wenn die Antagonisten durchschnitten sind, noch willkührlich.

Die Nervenstämme und das Rückenmark als Stamm der Rumpfnerven gleichen sich auch darin, dass bei Affectionen des letztern Empfindungen scheinbar in den äusseren Theilen entstehen, gleichsam als wären die äusseren Theile selbst der Sitz der Affection. Eben so ist es, wie wir gesehen haben, bei der Affection der Nervenstämme. Beim Druck auf die Nervenstämme entsteht das Gefühl von Ameisenlaufen in der Haut, beim Druck

auf das Rückenmark entsteht dieselbe Formication in allen Theilen, welche unter der verletzten Stelle ihre Nerven erhalten. Bei den Geschwülsten der Nerven sind die Theile, zu welchen die Enden der Nerven hingehen, von den heftigsten Schmerzen befallen; beim Durchschneiden der Nervenstämme schmerzen die äusseren Theile; eben so ist es mit dem Rückenmark, welches bei entzündlichen und anderen Affectionen oft die heftigsten Schmerzen scheinbar in den äusseren Theilen erregt. Selbst wenn vollkommene Empfindungslosigkeit für äussere Reize vorhanden ist, können die Verletzungen des Rückenmarkes doch noch subjective Empfindungen erregen, welche scheinbar in den äusseren Theilen sind. Hieher gehört besonders das Ameisenlaufen in den unteren Extremitäten, bei gänzlichem Verlust aller Empfindung für äussere Reize und der Bewegung. Siehe Ollivier *Krankh. des Rückenmarkes, übers. von* Radius. *Leipz.* 1824. p. 156. Allein die subjectiven Empfindungen in den Extremitäten bei vollkommener Empfindungslosigkeit und Lähmung der Bewegungen können auch die heftigsten Schmerzen in den äusseren Theilen seyn, wie in dem schon erwähnten Falle von Heydenreich zu Bonn, wo bei Lähmung der Bewegung vollkommene Empfindungslosigkeit in den unteren Extremitäten ist, und dennoch von Zeit zu Zeit die heftigsten Schmerzen in den empfindungslosen Theilen sich einstellen. Am häufigsten ist die Formication in den äusseren Theilen als Symptom von Rückenmarksaffection, wo diess Symptom fast niemals fehlt. Die Formication ist hier dasselbe als das Ohrenklingen für den Hörnerven, und die fliegenden Mücken und andere krankhafte subjective Sinneserscheinungen für das Gesichtsorgan; und so wie die subjectiven Sinneserscheinungen, welche von der Bewegung des Blutes in der Netzhaut beim gesunden Menschen entstehen, durch einander springende Pünktchen sind, welche überall zu seyn scheinen, wo man hinsieht, so ist die Formication oder das Gefühl von laufenden Punkten wahrscheinlich eine Empfindung der Blutbewegung in den Capillargefässen des kranken Theiles vom Rückenmark, scheinbar in den äusseren Theilen empfunden. In anderen Fällen hat man statt der Formication ein unaufhörliches Jucken in den Beinen bemerkt, welches beim Kratzen nicht verschwindet. Ollivier p. 309.

Unter die subjectiven Empfindungen bei Rückenmarksaffection gehört auch die Aura epileptica der Epileptischen in den Extremitäten, oft zuerst an den Fingern und Zehen, ein der Formication ähnliches Gefühl, welches immer mehr fortschreitet und den Anfall verkündet. Die Erfahrung, dass Umbinden des von der Aura epileptica befallenen Theiles den Anfall oft verhindere, begünstigt die Vorstellung, dass die Aura epileptica ihre Ursache in den Enden der Nerven und nicht im Rückenmark habe. Diess Binden mag wohl als heftiger Hautreiz wirken. Nur bei der Epilepsie von Nervengeschwülsten ist die Aura in den Nerven selbst und hemmt die Ligatur allerdings das Fortschreiten. Vergl. oben p. 704.

Da der Sitz der Empfindungen weder in den Nerven, welche

die dazu nöthigen Strömungen oder Schwingungen des Nervenprincips zum Gehirn bringen, noch in dem Rückenmarke ist, welches diese Wirkungen auch wie die Nerven zu dem Sensorium commune leitet, da die Empfindung erst durch die Wirkung der Fasern der Nerven und des Rückenmarkes auf das Sensorium commune in diesem entsteht; so ist es leicht begreiflich, warum das Sensorium commune die Erregungen der Fasern des Rückenmarkes auch wie der Nerven in gleicher Art empfindet, wenn auch die Affection dieser Fasern in verschiedenen Punkten ihrer Länge stattfindet; denn eine auch noch so lange Faser wirkt nur mit ihrem Hirnende auf das Sensorium, und die an verschiedenen Punkten dieser Fasern stattfindenden Irritationen können immer nur durch dasselbe Hirnende der Fasern auf das Sensorium wirken. Wir treffen indess hier bei dem Rückenmark auf denselben Widerspruch wie bei den Nerven. Gleichwie ein Nervenstamm gedrückt, gestossen, sowohl Empfindungen scheinbar an seinem peripherischen Ende und an dem Stamme selbst bewirkt, wie der Stoss auf den N. ulnaris sowohl Empfindungen im 4. und 5. Finger, als an dem Nervenstamme selbst erregt, so kann auch eine Verletzung des Rückenmarkes sowohl Empfindungen in allen Theilen, deren Nerven unter der verletzten Stelle entspringen, bewirken, als auch der verletzte Theil des Rückenmarkes selbst schmerzhaft empfunden wird. Vergl. oben p. 701. Viele Fälle dieser Art gehören zwar nicht hieher, indem Krankheiten des Rückgrats selbst und der häutigen Umgebungen des Rückenmarkes, ausser den Phänomenen des Drucks auf das Rückenmark nothwendig auch mit Gefühl in den verletzten Umgebungen begleitet sind. Aber es giebt auch reine Rückenmarksschmerzen, Rachialgie. Auch die Gefühle von Schauder und Rieseln im Rücken müssen im Rückenmark ihren Sitz haben. Die Ursache, warum die Empfindungen bald in den äusseren Theilen, bald im Rückenmarke selbst empfunden werden, ist uns noch unbekannt.

Wir haben bisher die Aehnlichkeiten der Nerven und des Rückenmarkes, oder dasselbe als einen Conductor der von ihm ausgehenden Nerven bis zum Gehirn und umgekehrt betrachtet; wir werden jetzt die Eigenschaften des Rückenmarkes untersuchen, welche es von den Nerven unterscheiden, und welche ihm als Theil des Centralapparates zukommen.

2) *Das Rückenmark als Theil der Centralorgane.* Schon der Bau des Rückenmarkes zeigt, dass dasselbe mehr als einen Conductor der Fasern der Nerven zum Gehirn darstellt; wäre diess der Fall, so müsste das Rückenmark in seinem obern Theile bloss die Summe aller Fasern enthalten, die sich von oben bis unten aus ihm entwickeln, gleich wie ein Nervenstamm nur alle Fasern zusammen enthält, die bei seiner Verzweigung sich von ihm ablösen. Das Rückenmark müsste also von oben bis unten, je mehr Nerven von ihm abgehen, in demselben Maasse dünner werden, oder einen unten zugespitzten Keil darstellen. Diess ist nicht der Fall, wenn sich auch sein Durchmesser im Allgemeinen von oben nach unten vermindert. Selbst an seinem Ende, wo die

letzten Nerven abgehen, enthält es noch mehr Masse, als die Mutterfäden der dort abgehenden Nerven betragen, überdiess schwillt es am Abgang der Nerven der Extremitäten an und bei mehreren Fischen schwillt es sogar an seinem Ende in einen unten zugespitzten Kolben an. (E. H. Weber in Meckel's *Archiv* 1827. p. 316.) Ausserdem enthält das Rückenmark zweierlei Substanzen, wie das Gehirn. Es lassen sich aber auch die Eigenschaften und Kräfte, wodurch sich diess Organ von den Nerven unterscheidet, deutlich nachweisen.

*a*) Das Rückenmark besitzt die Fähigkeit, sensorielle Reizungen seiner Empfindungsnerven auf die motorischen Nerven zu reflectiren. Es ist Reflector. Diese Eigenschaft, wodurch auf eine Empfindung Bewegungen erfolgen, ohne dass beiderlei Nerven durch ihre Primitivfasern communiciren, ist schon oben bei der Lehre von der Reflexion untersucht worden. Kein Nerve an sich, der von den Centraltheilen getrennt wäre, besitzt das Vermögen der Reflexion. Die reflectirende Thätigkeit des Rückenmarkes und der Medulla oblongata ist an sich schon ein gesundes Phänomen, doch in einer gewissen Beschränkung. Aber man versetzt das Rückenmark durch Narcotisation des Thiers oder besonders bei Amphibien durch Enthaupten in das Maximum von Disposition zur Reflexion. Wenn man der Salamandra maculata den Kopf abnimmt, so bleibt der Rumpf auf den Füssen stehen, und sobald man die Haut reizt oder auch nur berührt, windet sich der Rumpf. Dieses Vermögen der Reflexion bleibt mehrere Stunden lang in allen Stücken des Rumpfes, die noch etwas vom Rückenmark enthalten. Schneidet man das ganze Thier in der Hälfte durch, so besitzt das untere Stück dieselbe Kraft wie das obere, man kann den Schwanz in viele Stücke theilen, jedes Stück, welches noch etwas vom Rückenmark enthält, zieht sich zusammen, sobald man es nur auf das leiseste berührt; ja selbst das Schwanzende windet sich noch, sobald es berührt wird. Alle diese Theile enthalten noch etwas vom Rückenmark, wie ich mich überzeugt, und diess Thier besitzt keine eigentliche Cauda equina. Dass das Rückenmark die Ursache der auf die Berührung erfolgenden Windungen ist, lässt sich thatsächlich beweisen. Denn nur diejenigen auch kleinsten Theile des Salamanders behalten diess Vermögen, welche noch etwas vom Rückenmark enthalten; diejenigen dagegen nicht, welche nichts davon enthalten, mögen sie sonst auch noch so gross seyn. Schneidet man ein Bein des Salamanders ab, so zeigt es auf mechanische Reizung der Haut keine Spur der Bewegung, und dennoch bewegt sich das Schwanzende noch, sobald man es berührt.

Die zum Rückenmarke gelangende Sensation bewirkt beim Salamander nicht allein die Bewegung der unter dem Hautreiz gelegenen Theile, sondern der ganze Rumpf bewegt sich, wenn auch nur die Schwanzspitze gereizt wird. Das Rückenmark dieser Thiere verhält sich daher durchaus anders als ein Stamm von Nerven, denn ein Stamm von Nerven, vom Rückenmark und Gehirn getrennt, empfindet nicht, und bewirkt auch keine Bewe-

gung auf Veranlassung einer Reizung der Empfindungsnerven der Haut.

*b*) Das Rückenmark ist der Reflexion von Empfindungsnerven auf Bewegungsnerven fähig, ohne selbst zu empfinden. Die Behauptung, dass das Rückenmark auch zu dem Sensorium commune gehöre, stützt sich zum Theil auf die Thatsache, dass bei geköpften Thieren Reize an der Haut des Rumpfes angebracht, Bewegungen in nahen und entfernten Theilen desselben hervorbringen. Allerdings zieht der Rumpf eines Frosches, dessen Hirn vom Rückenmark getrennt ist, auf einen Hautreiz oft ein Glied an. Die Schildkröten thun es auch; diess findet aber seine volle Erklärung in der reflectirenden Function des Rückenmarkes, in dem Vermögen, die centripetale Wirkung eines Empfindungsnerven auf motorische Nerven zu reflectiren. Wir haben früher gezeigt, dass die Reflexion von einer Empfindungsreizung auf einen Bewegungsnerven durch das Rückenmark am leichtesten bei Nerven nahen Ursprunges geschieht; und es darf uns nicht wundern, wenn auf Reizung der Haut des Fusses der Fuss, auf Reizung der Haut des Armes der Arm angezogen wird. Diess geschieht eben so unwillkührlich in heftigen Verbrennungen bei Menschen, ja es geschieht auch bei jedem Menschen in den Reizungen der Schleimhaut des Schlundes, des Kehlkopfes, der Luftröhre. Immer entstehen dann unwillkührlich die Reflexionsbewegungen am leichtesten an demselben Theile, an dem Schlunde, durch unwillkührliches Schlingen, an dem Kehlkopfe durch Verengerung der Stimmritze u. s. w. Das Anziehen der Extremitäten bei einem geköpften Frosche auf Reizung der Haut derselben geschieht daher eben so wenig bewusst und mit Absicht, als der allgemeine tetanische Krampf bei Berührung der Haut einer geköpften Salamandra maculata oder eines narcotisirten Frosches. Es ist hier nur noch der Beweis zu führen, dass es auch im gesunden Zustande des Menschen reflectirte Bewegungen, nach Erregung von Empfindungsnerven, ohne alles Bewusstseyn giebt. Bei den von dem kranken Magen, Darmkanal, Nieren, Leber, Uterus erregten Erbrechungsbewegungen der Rumpfmuskeln wird die Ursache in Magen, Darm, Nieren, Uterus, Leber sehr häufig und in der Regel nicht empfunden; d. h. die nach dem Rückenmark und der Medulla oblongata gelangende centripetale Erregung der Empfindungsnerven kömmt nicht zum Bewusstseyn. Und so sehen wir deutlich, dass das Rückenmark bei der Reflexion nicht nothwendig empfindet, und dass jene Beweise von dem mit Bewusstseyn verknüpften Empfindungsvermögen des Rückenmarkes ungegründet sind. Auch der vom Rumpf getrennte Kopf kann uns Reflexionserscheinungen zeigen, ohne dass eine entfernte Wahrscheinlichkeit vorhanden wäre, dass ein vom Rumpfe getrennter Kopf eines Menschen oder höhern Thieres noch bewusst empfinde. Der mit einer solchen Verletzung verbundene Blutverlust ist grösser, als irgend einer, der beim Menschen gewöhnlich schon das Bewusstseyn nimmt; abgesehen von den anderen Folgen einer solchen Verletzung wie die Zerschneidung des obersten Theiles des Rückenmarkes. Wenn der Kopf eines Hinge-

richteten bei Reizung des Stumpfes vom Rückenmark Zuckungen in den Gesichtsmuskeln erscheinen lässt, so ist es nicht anders möglich; ja es würde uns nicht einmal wundern, wenn die Reizung der Haut des Kopfes an einem enthaupteten Thiere oder Menschen noch Reflexionsbewegungen bewirkte; denn diess wäre durchaus dasselbe Phänomen, wie die Reflexion an Stücken eines zerstückelten Salamanders; und eben so ist die Erscheinung zu beurtheilen, dass an einem vom Rumpfe getrennten Kopfe einer jungen Katze, welchem man den Finger in den Schlund bringt, der Schlund sich fest um den Finger, wie zum Schlingen anlegt.

*c*) Das Rückenmark ist ein motorisch geladener Apparat, welcher selbst nach der Trennung vom Gehirn, und ohne äussere Reize durch Entladung automatische Bewegungen hervorbringen kann. Diess ist bei den Nerven, wenigstens denjenigen des Cerebrospinalsystems, nicht der Fall, obgleich die motorische Thätigkeit des sympathischen Systems hierin dem Rückenmark gleicht. S. oben p. 741. Ein Gehirnnerve oder Spinalnerve, der von den Centraltheilen getrennt ist, bewirkt, ohne dass er gereizt wird, keine Bewegungen in den Muskeln mehr; das Rückenmark dagegen kann, auch von dem Gehirn getrennt, noch Entladungen nach den Muskeln bewirken. Die Salamandra maculata steht, wenn man ihr den Kopf abgeschnitten hat, noch auf ihren Füssen. Der Rumpf der enthaupteten Frösche bewegt sich zuweilen (nicht immer, und häufig gar nicht) noch, er zieht ein Bein an oder streckt es. Der Aal windet sich nach dem Abschneiden des Kopfes noch geraume Zeit. Bei den Experimenten an Amphibien muss man sehr vorsichtig seyn. Ist der Kopf zu kurz vom Rumpfe abgeschnitten, so enthält das Rumpfstück noch einen Theil des verlängerten Markes, und dann ist allerdings nicht bloss automatische, sondern selbst willkührliche Bewegung des Rumpfes möglich, so gut dem obern Theile des Rumpfes eines hinter dem Kopfe getheilten Frosches noch bewusste Empfindung und Willkühr zukömmt, wie man deutlich genug in Experimenten sieht. Noch ein anderer Umstand, auf den Marshall Hall (siehe oben p. 726.) aufmerksam gemacht hat, verdient grosse Beachtung. Eine enthauptete Schlange befindet sich in dem zu den Reflexionserscheinungen geneigtesten Zustande. Eine Berührung ihrer Haut ruft reflectirte Bewegungen hervor; durch diese Bewegungen entstehen wieder neue Berührungen an verschiedenen Theilen des Körpers, die immer wieder neue Bewegungen veranlassen. Ist das Thier endlich in Ruhe gekommen, so reicht eine kleine Erschütterung oder Berührung hin, dasselbe Spiel zu wiederholen.

*d*) Das Rückenmark, zu automatischen Wirkungen auf die Bewegungsnerven fähig, lässt im Zustande der Gesundheit einen grossen Theil der Bewegungsnerven, namentlich die der Ortsbewegung, ruhig, aber auf viele andere Nerven wirkt es in einem fort motorisch, indem es sie in beständigen unwillkührlichen Zusammenziehungen erhält, die erst mit der Lähmung des Rückenmarkes aufhören. Hieher gehören *a.* der Willkühr zugleich unterworfene Muskeln, wie der Sphincter ani, *b.* der Willkühr

entzogene Muskeln, der Sphincter vesicae urinariae, der Darmkanal, das Herz etc. Für diese Wirkungen des Rückenmarkes muss in demselben ein eigener, mit dem Sensorium commune weniger in Wechselwirkung stehender Apparat vorhanden seyn, den wir indess anatomisch nicht nachweisen können. Bei niederen Wirbelthieren kann selbst die Gemeinschaft des Gehirns und Rückenmarkes aufgehoben seyn, und diese motorische Ausstrahlung des Rückenmarkes dauert doch noch auf die Sphincteren fort, wie Marshall Hall bei der Schildkröte sah, deren Sphincter ani nach der Enthauptung geschlossen blieb, und erst nach der Zerstörung des Rückenmarkes sich löste.

*e*) Das Rückenmark besitzt eine grosse Mittheilbarkeit seiner Zustände von einem Theile desselben auf den andern; hierdurch unterscheidet es sich durchaus von den Nerven. Hierüber sind die schon p. 656. von mir mitgetheilten Versuche belehrend. Ein Nerve eines Frosches wird, sofern das Rückenmark nicht irritirt ist, wenn er galvanisirt wird, seinen Zustand nicht so leicht auf das ganze Rückenmark übertragen. Reizt man eine vordere oder hintere Wurzel der letzten Rückenmarksnerven des Frosches, die man durchgeschnitten, an dem mit dem Rückenmarke zusammenhängenden Stücke durch ein einfaches Plattenpaar, so wirkt diess nicht leicht durch das Rückenmark durch bis zu den vorderen Theilen des Körpers, und es entstehen keine Zuckungen am Kopfe. Reizt man aber das Ende des Rückenmarkes auf diese Art, so zucken auch die Muskeln der vorderen Theile des Körpers. Hieraus begreift man, wie eine Rückenmarkskrankheit, auch wenn sie anfangs ihren Sitz in dem untern Theile des Rückenmarkes hat, allmählig doch, schon durch blosse Wechselwirkung, auch die oberen Rumpftheile, die Theile des Kopfes afficirt, wie z. B. bei der durch Ausschweifungen bedingten Schwäche des untern Theiles des Rückenmarkes Amblyopie, Ohrensausen etc. vorkommen.

*f*) Bei einer grossen Irritation des Rückenmarkes, in der Entzündung, nach heftigen Reizungen der Nerven (Tetanus traumaticus), und in der Narcotisation geräth das ganze Rückenmark in diesen Zustand, auch nach allen willkührlichen Muskeln beständige Entladungen zu bewirken. Jene Tension, die es im Zustande der Gesundheit auf die Sphincteren ausübt, ist dann allgemein; es entstehen allgemeine Convulsionen oder tetanische Krämpfe, die sich von Zeit zu Zeit wiederholen, und in manchen Muskeln, wie den Kaumuskeln, selbst anhaltend sind. Diese Zustände sind bald acut, wie in den oben angeführten heftigen Verletzungen, bald chronisch, wie in der Epilepsie, mag die Irritation nun von Krankheiten der Centralorgane selbst (Epilepsia cerebralis, spinalis), oder von einzelnen Nerven, z. B. Nervengeschwülsten, sich ausbreiten. Eine ähnliche, aber geringere Reizbarkeit des Rückenmarkes mit leicht abwechselnden Bewegungen zeigt sich auch in den clonischen Krampfformen, Chorea St. Viti etc.

*g*) Bei der Narcotisation durch die Gifte, welche Krämpfe erzeugen, ist das Rückenmark und nicht die Nerven die Ursache der krampfhaften Bewegungen. Wenn man ein Thier durch

Nux vomica oder Strychnin vergiftet, und vorher die Nervenstämme der Extremitäten durchschneidet, so entstehen bei dem erfolgenden Starrkrampfe keine Krämpfe in den Theilen, deren Nerven vorher durchschnitten waren. Es geht daraus hervor, dass jene Gifte auf die Centraltheile, und durch diese auf die Nerven wirken. Wenn man das Rückenmark selbst vor der Vergiftung eines Thieres, oder nach derselben durchschneidet, so erfolgen die Krämpfe dennoch in den Theilen hinter dem Durchschnitt. Diese Gifte wirken daher auf jeden motorisch geladenen Theil des Rückenmarkes bis zum Tode. Backer *commentatio ad quaestionem physiologicam. Traject.* 1830.

*h*) Das Rückenmark ist aber durch seine motorische Spannung die Ursache der Kraft unserer Bewegungen. Die Intensität unserer Kraftanstrengungen hängt grossentheils von diesem Organe ab. Wenn auch der grösste Theil der motorischen Nerven in der Regel, ohne das Hinzukommen der Willensbestimmungen, von ihm unthätig gelassen wird, so hängt von ihm doch die Stärke und Dauer der motorischen Entladungen ab, welche das Sensorium commune willkührlich bewirkt. Beständig enthält diess Organ gleichsam einen Vorrath von motorischer Kraft, und wenn es durch die Fortleitung der Nervenfasern vom Gehirn aus als Conductor der von dem Sensorium commune ausgehenden Oscillation wirkt, so hängt die Intensität der erfolgenden Wirkung nicht bloss von der Stärke des Willens, sondern von dem Quantum des in dieser Säule angehäuften motorischen Nervenprincipes ab. Daher kann das Rückenmark auch seine Fähigkeit als Conductor behalten, während es die zweite Eigenschaft, die Kraft der Muskelbewegung, aufgegeben hat; diess geschieht bei der Tabes dorsalis. Bei dieser nur nach Ausschweifungen erfolgenden Krankheit mit Atrophie des Rückenmarkes, ist anfangs kein einziger Muskel der unteren Extremitäten gelähmt; alle gehorchen, und selbst in einem vorgerückten Stadium der Krankheit noch dem Willen, der Kranke kann alle Bewegungen ausführen, und das Rückenmark ist offenbar noch ein unversehrter Conductor für die von dem Sensorium commune ausgehende Oscillation oder Strömung. Aber die Kraft der Bewegungen ist erloschen; der Kranke kann nicht lange stehen, gehen, und die Abnahme der Kräfte nimmt immer fort bis zum gänzlichen Erlöschen zu, worauf die Lähmung vollkommen ist. Man muss diese Art der Lähmungen sehr von anderen unterscheiden, wo die Leitung in der motorischen Säule an einer Stelle unterbrochen ist, die entsprechenden Muskeln dem Willen nicht mehr gehorchen, und alle übrigen die ganze Kraft der Bewegung behalten können.

*i*) Das Rückenmark ist die Ursache der Potenz und der geschlechtlichen Spannung; die Ausübung des Geschlechtstriebes ist durch dasselbe bedingt. Unstreitig ist das Rückenmark bei dem Coitus am meisten in Affection; man sieht diess aus den heftigen Reflexionsbewegungen, die nach den Empfindungsreizungen der Ruthennerven folgen, aus den Reflexionsbewegungen der Samenbläschen und der Dammmuskeln. Die auf die Ausübung des Geschlechtstriebes folgende Abspannung kann nur in dem Rük-

kenmarke ihren Grund haben. Erst allmählig wird dieses Organ wieder in die zum Geschlechtstriebe nöthige Tension seiner Kräfte versetzt; es entsteht wieder jener Ueberfluss, jene Spannung des wirksamen Princips in diesem Organe, wo jede Stimmung des Sensoriums auf geschlechtliche Gegenstände Erection bewirken, wo die Vorstellung den geladenen Zustand des Rückenmarkes gleichsam entladen kann, um auf den von ihm ausstrahlenden organischen Nerveneinfluss jene Anhäufung des Blutes in der Ruthe zu bewirken. Diese Potenz des Rückenmarkes geht aber durch Affectionen des Rückenmarkes auch verloren.

*k*) Wie diess Organ auf die organisch-chemischen Vorgänge des Capillarsystems durch die organischen Nerven Einfluss hat, sieht man nicht allein an der veränderten Hautabsonderung bei Ohnmachten, sondern deutlicher noch an der Beschaffenheit der Haut bei Menschen, bei denen das Rückenmark durch Ausschweifungen gelitten hat. Wenn nämlich die Ausübung des Coitus zu häufig auf einander erfolgt, so tritt nicht allein Kraftlosigkeit ein, sondern auch verminderter Turgor der Haut, verminderte Perspiration, Trockenheit derselben, verminderte Wärmeerzeugung, Kaltwerden der Füsse, Hände, Genitalien.

*l*) Dieses Organ ist auch der Gegenstand einer krankhaften Impression bei allen fieberhaften Affectionen, und die dem Fieber eigene Veränderung der Sensationen, der Bewegungen und der organischen Wirkungen, Absonderungen, Wärmeerzeugung sind nur durch den Antheil eines solchen Organes erklärlich, wie dasjenige ist, dessen Eigenschaften wir in diesem Capitel zu zergliedern gesucht haben. Da die Affectionen der Cerebrospinalnerven nicht leicht Fieber, sondern leichter andere Nervenkrankheiten erregen, und da das Fieber durch nichts leichter, als durch Veränderung der Capillargefässactionen in irgend einem Theile, sey es nun Veränderung des Zustandes der Schleimhäute, oder Entzündung in irgend einem Organe, entsteht, so liegt es sehr nahe, anzunehmen, dass bei dem Fieber eine solche auf das Rückenmark verpflanzte und von dort auf alle Nerven reflectirte Impression stattfinde, welche von einer heftigen Affection der organischen Nerven irgend eines Theiles (bei Entzündung oder anderer Reizung) ausgeht.

Was die organischen Wirkungen des Rückenmarkes, verglichen mit denen des Gehirns, betrifft, so wissen wir aus Flourens Versuchen und den Bestätigungen von Hertwig, dass ein Vogel nach Wegnahme der Hemisphären des grossen Gehirns, wenn man ihm das Futter einstopft, doch noch geraume Zeit ernährt werden kann, ohne abzumagern. Hertwig *experimenta quaedam de effectibus laesionum in partibus encephali. Berol.* 1826.

## *III. Capitel.* Vom Gehirn.

### I. Vergleichung des Gehirns der Wirbelthiere.

In keinem Theile der Physiologie kann man grössere Anforderungen an die vergleichende Anatomie machen, als in der Phy-

siologie des Gehirns. Hier zeigen sich nach der Entwickelung der intellectuellen Fähigkeiten in den verschiedenen Classen die grössten Unterschiede, welche für die Deutung der Hirntheile von der grössten Wichtigkeit sind; aber auch die Nothwendigkeit, über die Bedeutung der Hirntheile Versuche an Thieren anzustellen, macht uns die Vergleichung der Gehirne der Thiere so unentbehrlich. Daher habe ich für nöthig gehalten, vor der Untersuchung der Eigenschaften und Kräfte des Gehirns eine Vergleichung des Gehirns der Wirbelthiere vorauszuschicken. Diese Betrachtungen müssen von dem Fötuszustande des Gehirns des Menschen und der höheren Thiere ausgehen, weil dieser, wie überhaupt bei Vergleichungen dieser Art, mehr sichere Vergleichungspunkte darbietet.

Schon bei einer oberflächlichen Vergleichung des Gehirns des Menschen mit dem der höheren Wirbelthiere zeigt sich, dass die Hemisphären des grossen Gehirns, welche mit ihrem hintern Theile beim Menschen nicht allein die Vierhügel, sondern selbst das kleine Gehirn überragen, ohne mit den Theilen, welche sie bedecken, zu verschmelzen, bei den Thieren sich mehr und mehr nach vorn zurückziehen, und die bei dem Menschen bedeckten Theile von oben frei lassen. Bei den Nagethieren sehen wir schon das kleine Gehirn frei, bei den Vögeln sind es auch die Vierhügel, und noch mehr ist diess bei den Amphibien der Fall. In demselben Grade, als sich die Hemisphären verkleinern, vergrössern sich bei den Thieren die Vierhügel, und wenn diese bei den Amphibien noch bedeutend kleiner als die Hemisphären des grossen Gehirns sind, so ist bei den Fischen das Verhältniss dieser Theile so verändert, dass man in Zweifel ist, was man für das eine und für das andere halten soll. Das Gehirn dieser Thiere zeigt uns nämlich nur eine Reihe von theils paarigen, theils unpaarigen Anschwellungen. Die hinterste unpaarige, über dem verlängerten Marke gelegene, den vierten Ventrikel deckend, ist das kleine Gehirn; vor ihm liegt ein Hügelpaar, oft das grösste, hohl in seinem Innern, von welchem grösstentheils die Sehnerven entspringen; vor diesen liegen ein Paar solide Anschwellungen, in der Mitte noch zusammenhängend, und vor diesen oft noch zwei von einander abgesonderte Anschwellungen am Ursprunge der Geruchsnerven. Nur das Fötusgehirn der höheren Theile gleicht einigermaassen dem Hirn der niederen Wirbelthiere; denn die Hemisphären sind klein, überragen anfangs weder das kleine Gehirn, noch die Vierhügel, und es giebt eine Zeit, wo die Vierhügel nicht kleiner sind als die Hemisphären des grossen Gehirns. In diesem Falle findet man eine ähnliche Reihe von Anschwellungen, wie am Gehirn der Fische, zu hinterst das unpaare kleine Gehirn; vor ihm die grossen blasigen Vierhügel, noch nicht in das vordere und hintere Paar abgetheilt, im Innern hohl (Ventriculus Sylvii, wo später der Aquaeductus Sylvii ist); vor ihnen die Hemisphären, bei den Säugethieren mit den Lobi olfactorii an ihrem vordern Ende. Siehe Tiedemann a. a. O. Das Gehirn der Säugethiere ist indess in der jüngsten Zeit des Fötuslebens nicht hinreichend genau bekannt,

um fruchtbare Vergleichungen mit dem der Fische anzustellen. Hierzu sind nur von Baer's Beobachtungen am Hühnerembryo (Burdach's *Physiologie*. 2.) geeignet. Nach von Baer's Untersuchungen zeigt das Gehirn des Vogelembryos von hinten nach vorn folgende Anschwellungen:

1) Das unpaare kleine Gehirn, den vierten Ventrikel über der Medulla oblongata überdeckend, vor ihm

2) Die Blase der Vierhügel, von welchen vorzüglich der N. opticus entspringt, hohl in ihrem Innern, mit dem Ventriculus Sylvii, der auch in den, beim Erwachsenen aus einander nach unten gedrängten Vierhügellappen oder Lobi optici enthalten ist.

3) Die Blase des dritten Ventrikels. Der dritte Ventrikel, welcher von den Sehhügeln seitlich und von dem Trichter unten begrenzt wird, ist nämlich beim Embryo noch nicht von den noch sehr kleinen Hemisphären bedeckt; aber gleichwohl ist er anfangs oben nicht offen, vielmehr besitzt er eine blasige Decke, welche erst später in der Mittellinie vorn eine Spalte erlangt, indem diese Blase in der Mittellinie von vorn nach hinten aufreisst, während sich der hintere Theil der Decke zur spätern Zirbel zusammenzieht, so dass die spätern Schenkel der Zirbel die frühere Ausdehnung der mittlern Decke andeuten. In der Blase des dritten Ventrikels sind die Sehhügel enthalten.

4) Vor der Blase des dritten Ventrikels liegt die Doppelblase der Hemisphären, hohl und auf ihrem Boden die gestreiften Körper enthaltend. Diese Blase, anfangs kleiner als die Blase der Vierhügel oder Lobi optici, vergrössert sich und wächst nach hinten allmählig über die Blase des dritten Ventrikels und seine Spalte hinüber; anfangs ist diese Blase an ihrer hintern Grenze gegen die Blase des dritten Ventrikels nicht eingerissen, d. h. die Fissura cerebri magna des grossen Gehirns, durch welche man beim Erwachsenen unter dem hintern untern Rande der Hemisphären in die Höhle der Hemisphären gelangt, ist anfangs nicht vorhanden; so dass man zu einer gewissen Zeit nur durch die Spalte der Blase des dritten Ventrikels in die Blasen der Hemisphären, die mit der Blase des dritten Ventrikels zusammenhängen, kommen kann. Nachdem aber die Grenze, wo der untere hintere Rand der Hemisphärenblasen, welche die Blase des dritten Ventrikels beutelförmig hinten überragen, und der vordere Rand der letzten Blase zusammenhängen, jederseits eine Querspalte erhalten hatte, ist die Fissura cerebri magna entstanden, durch welche man bekanntlich beim Gehirn des Erwachsenen nach Wegnahme der Gefässhaut, unter den hinteren Schenkeln des Fornix in die Seitenventrikel gelangen kann.

Hierauf lassen wir eine kurze Beschreibung des Fischgehirns folgen. Am besten geht man mit Cuvier von dem Cerebellum aus, über welches kein Zweifel obwalten kann.

1) Cerebellum, es ist unpaarig, liegt quer über dem verlängerten Marke, und deckt den vierten Ventrikel, der sich unter ihm nach hinten, wie bei allen Thieren, öffnet.

2) Lobi optici. Vor dem kleinen Gehirn liegen oben ein Paar hohle Lappen, an einer Mittelfurche ihrer obern Wand verbun-

den; sie geben dem N. opticus den Ursprung, und dürfen mit dem Thalamus der höheren Thiere nicht verwechselt werden. Ihre Wände enthalten zwei Faserschichten, die äussere Lage streicht von hinten und aussen nach unten und innen, die innere Lage strahlt von unten nach aussen und oben in den Wänden der Lobi optici aus. Auf dem Boden liegen (nur bei den Knochenfischen) zwei Paar Körperchen, die aussen von einem grauen Wulst umgeben sind, von welchem die innere Ausstrahlung ausgeht; vor diesen ist eine Vertiefung, der dritte Ventrikel, der zur Hypophysis führt; vor dem dritten Ventrikel ist die vordere Commissur. Von diesen Lappen gehen die Sehnerven ab, und zwar von der äussern Faserschicht. Vor den grauen Körperchen öffnet sich die unter ihnen aus dem vierten Ventrikel kommende Wasserleitung in den dritten Ventrikel. Am vordern Ende der Lobi optici, zwischen diesen und den Lobi anteriores, befindet sich in der Mittellinie eine Oeffnung, welche schlecht zu der Ansicht derjenigen passt, welche diese Lappen mit den Hemisphären der höheren Thiere vergleichen. Der N. trochlearis entspringt hinter den Lobi optici, und hinter den grauen Körperchen vor dem kleinen Gehirn.

3) Unter den Lobi optici liegen an der Basis des Gehirns vor der Medulla oblongata zwei kleine Anschwellungen, Lobi inferiores; auch von ihnen gehen nach Cuvier Fasern zum Sehnerven ab, was Gottsche läugnet. Sie enthalten selten eine Höhle, die mit dem dritten Ventrikel communicirt.

4) Lobi anteriores; sie sind grau, liegen vor den Lobi optici, sind in der Regel kleiner als jene, ausserordentlich gross sind sie bei den Rochen und Haien; sie sind in der Mittellinie verbunden durch eine oder zwei Commissuren; ihre Oberfläche zeigt zuweilen Windungen. Sie sind nicht hohl; ausser bei den Haien und Rochen, wo sie grösser sind als die Lobi optici. Von ihnen entspringen die Geruchsnerven entweder unmittelbar oder mit einer Anschwellung; diese Anschwellungen der Geruchsnerven, Lobi olfactorii, sind dann aber von einander getrennt und ohne Commissur.

5) Bei einigen Fischen (Muraena) findet sich eine Art Glandula pinealis; sie liegt dann vor den Lobi optici, und ist durch zwei Schenkel an die hintere Basis der Lobi anteriores befestigt.

6) Die meisten Fische haben Anschwellungen des verlängerten Markes, welche dem Ursprunge des N. vagus entsprechen, Lobi posteriores. Cuvier *hist. nat. des poissons. T.* 1.

Bedenkt man, dass am Ursprunge der N. olfactorii aus den Lobi anteriores oft ein Tuberculum olfactorium sich befindet, aus den Lobi optici die Sehnerven, aus den Lobi posteriores die N. vagi entspringen, so sieht man deutlich, wie die Lappen des Gehirns der Fische grossentheils durch Centralmassen für die Hauptnerven entstehen, gleich wie selbst am Rückenmark der Triglen, wo die grossen Nerven für die freien Fortsätze unter ihren Brustflossen entspringen, eine Reihe von fünf Paar Anschwellungen, und am Ursprunge der Armnerven und Schenkel-

nerven am Rückenmark bei allen Wirbelthieren Anschwellungen des Rückenmarkes sich befinden.

Ueber die Deutung des Fischgehirns im Vergleiche mit dem Gehirne der höheren Thiere giebt es folgende Ansichten.

1) Einige, wie Cuvier, vergleichen die Lobi optici der Fische mit den Hemisphären des grossen Gehirns der höheren Thiere; diese stützen sich auf die Existenz des dritten Ventrikels auf dem Boden des mittlern Theiles der Lobi optici, auf die vor diesem Ventrikel befindliche Commissur; sie vergleichen die Anschwellungen hinter dem dritten Ventrikel auf dem Boden der hohlen Lobi optici mit den Vierhügeln; die Lobi olfactorii vor den Lobi optici vergleichen sie mit den Lobi olfactorii der Amphibien, Vögel und Säugethiere am Anfange ihrer Hemisphären. Gottsche, dessen treffliche und genaue Arbeiten *über das Gehirn der Fische*, in Mueller's *Archiv* 1835. mitgetheilt sind, neigt sich ebenfalls zu dieser Ansicht hin. Dagegen spricht die Lage der Zirbel vor den Lobi optici, die, wenn diese die Hemisphären repräsentirten, vor den Vierhügeln liegen müsste, die Kleinheit der Hügelchen auf dem Boden der hohlen Lobi optici, da hingegen die Vierhügel der Vögel und Amphibien sehr gross und hohl sind; die Commissuren der sogenannten Lobi anteriores der Fische, sprechen nicht dagegen, da auch die Lobi der Geruchsnerven bei den höheren Thieren eine Commissur haben.

2) Die Meisten, wie Arsaky, Carus (er nennt die Lobi optici Sehhügel), Tiedemann, Serres, Desmoulins halten die L. optici für Analoga der Vierhügel der höheren Thiere, die vor ihnen liegenden meist soliden Lappen für die Hemisphären; und diese stützen sich auf die Grösse der Vierhügel, und ihre Hohlheit bei den Vögeln und Amphibien, als Theile, die nach abwärts an Grösse immer zunehmen, auf den theilweisen Ursprung der Sehnerven aus den Corpora quadrigemina bei den höheren Thieren, auf die sehr bedeutende Grösse und Hohlheit der Corpora quadrigemina bei dem Fötus der höheren Thiere, welche zu einer gewissen Zeit des ersten Fötuslebens sogar alle Theile des Gehirns an Grösse übertreffen. Für diese Ansicht spricht auch die Lage der Zirbel vor den Lobi optici der Fische. Dagegen sprechen aber die Solidität der vor den Lobi optici liegenden Lappen, die man mit den Hemisphären vergleicht (sie sind nur bei den Knorpelfischen hohl), die Anschwellungen auf dem Boden der Lobi optici, die in den Corpora quadrigemina der höheren Thiere nicht vorkommen, die Lage des dritten Ventrikels auf dem Boden der Lobi optici und die Commissur vor diesem Ventrikel.

3) Treviranus vergleicht die Lobi optici der Vögel mit dem hintern Theile der Hemisphären der Säugethiere mit sammt den Vierhügeln, namentlich der Vereinigung der Corpora geniculata mit den Vierhügeln; vorzüglich gründet sich diese Ansicht darauf, dass in die hohlen Lobi optici der Vögel und Amphibien der hintere Theil der Sehhügel hineinragt. Hiernach wären nun die Lobi optici einer Vereinigung des hintern Theiles der Hemisphären mit den Wänden der beim Fötus ganz hohlen Vierhügel gleich zu achten.

4) Nach meiner Meinung entsprechen die Lobi optici der Fische den Lobi optici oder der Blase der Vierhügel und zugleich der Blase des dritten Ventrikels des Vogelfötus. Diese Ansicht wird definitiv bewiesen durch den Bau des Gehirns bei den Petromyzon, wo die Lobi optici in einen Lobus ventriculi tertii, aus dem die Sehnerven entspringen, und in die Blase der Vierhügel zerfallen sind, während bei den übrigen Fischen beide eine gemeinsame Blase darstellen, in deren Boden der Grund des dritten Ventrikels ist. Der Lobus ventriculi tertii der Petromyzon hat oben und vorn die Spalte, welche sich in der Blase des dritten Ventrikels des Vogelfötus bildet, und jene Spalte bei den Petromyzon kömmt wieder am vordern Theil der Lobi optici der übrigen Fische vor. Hieraus geht zugleich hervor, dass die Lobi optici der Fische und der übrigen Thiere noch sehr verschieden sind. Die Lobi optici der Amphibien und Vögel sind die Vierhügelblasen des Vogelfötus und Säugethierfötus. Siehe Mueller's *Archiv.* 1834. p. 62. Die Lobi inferiores der Fische werden von Desmoulins mit den Corpora mammillaria der Säugethiere, von Cuvier mit den Lobi optici der Vögel verglichen, die noch tiefer herabgestiegen wären. Indessen sind die Lobi optici der Vögel, obgleich sie ganz aus einander und nach unten und aussen gedrängt, nur durch eine Querbinde vereinigt sind, offenbar grossen Vierhügeln des Fötus der Säugethiere zu vergleichen. Gottsche läugnet die Fasern des Sehnerven von den Lobi inferiores.

Vergleicht man die Amphibien und Vögel mit den Säugethieren, so zeigt sich, dass die ersteren zwar den Fornix, aber noch nicht die grosse Commissur der Hemisphären, das eigentliche Corpus callosum besitzen, welches zuerst bei den Säugethieren vollständig auftritt; dass ihre Lobi optici noch hohl sind, während die Vierhügel der Säugethiere nur den Aquaeductus Sylvii, und nur im Fötuszustande eine Höhlung enthalten, und dass die Lobi optici noch nicht wie die Corpora quadrigemina der Säugethiere in ein vorderes und hinteres Hügelpaar zerfallen. Die Eminentiae candicantes werden noch vermisst. Auch fehlt den Vögeln und Amphibien der aussen sichtbare Theil des Pons Varolii, welcher letztere ihnen indess mit Unrecht abgesprochen wird, weil die tiefern Querfasern zwischen den Bündeln der Medulla oblongata auch bei den Säugethieren und dem Menschen doch zum Pons gehören. Die Seitentheile des kleinen Gehirns sind weniger als bei den Säugethieren ausgebildet. Die Säugethiere, mit dem Menschen verglichen, zeigen immer noch eine relativ geringere Ausbildung der Hemisphären; so dass vielen die Abtheilung des Gehirns in mehrere Lappen ganz abgeht, und erst die Wiederkäuenden, Reissenden, Dickhäutigen und die Einhufer eine deutlichere Abtheilung in zwei Lappen zeigen, die mehr dem vordern und mittlern als hintern Lappen des Gehirns des Menschen entsprechen, womit der Mangel des hintern Horns der Seitenventrikel bei den meisten (mit Ausnahme der Affen, Seehunde, Delphine) übereinstimmt. Auch die Windungen sind bei vielen Säugethieren, wie den Nagethieren, Fledermäusen, dem Maul-

wurf, dem Igel, den Gürtelthieren und Ameisenfressern noch kaum angedeutet, und nur bei den reissenden Thieren, den Wiederkäuern, Einhufern, Dickhäutigen und Affen deutlich, aber einfacher als bei dem Menschen. S. Carus *vergl. Zoot.* 1. 75. Die untere Commissur des kleinen Gehirns, Pons Varolii, erscheint zwar bei den Säugethieren schon aussen sichtbar, ist aber noch schmal; daher man die Pyramiden des verlängerten Markes in ihrem Verlaufe weiter bloss liegen sieht, wo sie beim Menschen von der untersten Lage der Querfasern des Pons viel mehr bedeckt werden. Bei vielen Säugethieren sind auch Bündel der Querfasern, welche das verlängerte Mark umfassen, hinter der eigentlichen Brücke liegend, von dieser getrennt. Treviranus *vermischte Schriften.* 3. 12.

An dem verlängerten Marke sieht man die olivenförmigen Körper weder äusserlich gut, noch die zackige Figur im Innern deutlich, die markigen Querstreifen auf dem Boden der vierten Hirnhöhle fehlen in der Regel, und das kleine Gehirn besitzt eine geringere Zahl der Blätter, wie es im Allgemeinen an Grösse dem menschlichen nachsteht; dahingegen die Flocken, wie bei den Vögeln stärker entwickelt sind, und wie dort oft eigene Vertiefungen des Felsenbeines in Anspruch nehmen. Die Lobi olfactorii am vordern Ende der Hemisphären des grossen Gehirns der Vögel sind in den Riechkolben der Säugethiere noch vorhanden, die sich aber von den Riechnerven des Menschen darin unterscheiden, dass sie hohl sind, und dass ihre Höhlen in unmittelbarer Verbindung mit den Seitenhöhlen der Hemisphären des grossen Gehirns stehen.

## II. Von den Kräften des Gehirns und von den Seelenthätigkeiten im Allgemeinen.

Das Gehirn der Thiere vergrössert sich von den Fischen bis zum Menschen, nach der Entwickelung der intellectuellen Fähigkeiten, mehr und mehr. Aus den von Carus (*Lehrbuch der vergl. Zootomie*) angegebenen Verhältnissen ergiebt sich, dass es sich zur Masse des ganzen Körpers bei Gadus lota wie 1 : 720, beim Hecht wie 1 : 1305, beim Wels wie 1 : 1837, beim Salamander wie 1 : 380, bei der Landschildkröte wie 1 : 2240, bei der Taube wie 1 : 91, beim Adler wie 1 : 160, beim Zeisig wie 1 : 231, bei der Ratte wie 1 : 82, beim Schaf wie 1 : 351, beim Elephanten wie 1 : 500, beim Gibbon wie 1 : 48, beim Winselaffen wie 1 : 25 verhält. Das grösste Gehirn eines Pferdes wiegt nach Soemmering 1 Pfund 14 Loth, das kleinste eines ausgewachsenen Menschen 2 Pfund 11 Loth; doch zeigt das Pferdegehirn auf seiner Grundfläche gegen zehnmal dickere Nerven als das des Menschen. Das Gehirn unseres Museums von einem 75 Fuss langen Wallfische wog 5 Pfund $10\frac{1}{4}$ Loth, das Gehirn des Menschen dagegen wiegt nach Soemmering 2 Pfund 11 Loth bis 3 Pfund $3\frac{3}{4}$ Loth. Bedenkt man nun, dass das Rückenmark bei weitem weniger bei den niederen Wirbelthieren abnimmt, indem es sich

z. B. bei Gadus lota zur Masse des Körpers wie 1 : 481, bei Salamandra terrestris wie 1 : 190, bei der Taube wie 1 : 305, bei der Ratte wie 1 : 180 verhält, so ergiebt sich deutlich, dass die Entwickelung der intellectuellen Fähigkeiten in der Thierwelt nicht von der Stärke des Rückenmarkes, sondern des Gehirns abhängig ist. Wir sehen aus den bedeutenden Variationen des Verhältnisses in einer und derselben Classe, dass die Grösse des Gehirns im Allgemeinen auch hier nicht genau auf die Beherrschung der Masse des Körpers berechnet ist, dass die Stärke der motorischen Apparate für die Beherrschung der Muskelmassen nicht in ihm, sondern in dem Rückenmarke zu suchen ist.

Indessen schreiten nicht alle Theile des Gehirns in der Thierwelt mit der Entwickelung der intellectuellen Fähigkeiten gleich fort. Das Uebergewicht des Gehirns der höheren Thiere über das der niederen entsteht vorzüglich nur durch die Ausbildung der Hemisphären des grossen Gehirns. Das kleine Gehirn ist zwar bei den höheren Thieren verhältnissmässig auch grösser als bei den niederen, aber in einem weit schwächeren Verhältnisse. Die Vierhügel sind geradezu verhältnissmässig kleiner, und eben so sind das verlängerte Mark und seine Verzweigungen in das Gehirn bei dem Menschen verhältnissmässig nicht grösser als bei irgend einem Thiere. Durch diesen Theil müssen bei allen Thieren auf gleiche Art alle Nervenfasern des ganzen Rumpfes in das Gehirn eintreten. Wir sehen daraus schon vorläufig, dass das Gehirn Theile enthält, die bei allen Wirbelthieren eine gleiche Bedeutung haben und gleich wichtig für das Leben sind; wie denn in der That die Verletzung der Medulla oblongata für alle gleich tödtlich, gleichsam das Centrum des Lebens und aller willkührlichen Bewegungen angreift, während die Verletzung der Hemisphären bei den Amphibien eine weit geringere Störung in den Lebensverrichtungen erzeugt, als die Verletzung dieser Theile bei den mit höheren intellectuellen Fähigkeiten begabten Wesen.

Ohne indess jetzt schon die Kräfte der verschiedenen Hirntheile ausser den intellectuellen Fähigkeiten zu untersuchen, wollen wir zuerst das Verhältniss der Seelenthätigkeit zu dem Gehirn überhaupt betrachten. Die vergleichende Anatomie zeigt uns schon, dass wir in dem Gehirne die Quelle der intellectuellen Fähigkeiten suchen müssen, und sowohl die Versuche an den Thieren, als die Geschichte der Verletzungen desselben im Vergleich mit anderen Organen, bestätigen es. Es ist nun hier zu beweisen, dass die Seelenfunctionen in keinem andern Theile des Nervensystems, noch des Körpers überhaupt, als in dem Gehirne stattfinden.

Was zuerst die Nerven betrifft, so zeigen die Folgen ihrer Verletzung, dass sie von dem Hirneinflusse getrennt, auch dem Willenseinflusse und dem Bewusstwerden ihrer Zustände entzogen sind; das Rückenmark verhält sich in dieser Hinsicht ganz gleich den Nerven. Siehe oben p. 812. Jede Rückenmarksverletzung entzieht mit dem Hirneinflusse auch den Willenseinfluss auf alle unter der verletzten Stelle abgehenden Nerven, dahingegen alle über der verletzten Stelle des Rückenmarkes, so wie

der obere Theil durchschnittener Nerven noch Empfindungen zum Bewusstseyn bringen können, und den Willenseinfluss von dem Gehirne aus erfahren; der vordere Rumpftheil des Frosches hinter dem Kopfe von dem Stamme getrennt, empfindet noch und bewegt sich noch willkührlich. Durch diese Theilung hat also das Organ der intellectuellen Vermögen nichts von seinen Kräften, sondern nur an dem Bereich der Theile, über welche es herrscht, verloren, gerade so, wie der Amputirte durch den Verlust seiner Glieder nichts von seinen intellectuellen Fähigkeiten, sondern nur an Mitteln einbüsst, sie handelnd zu äussern.

Noch weniger als das Rückenmark kann irgend ein anderer Theil des Rumpfes der Sitz der Seelenfunctionen seyn. Die Glieder können amputirt werden; die Eingeweide können brandig, d. h. todt seyn, und die Seele kann klar seyn, so lange das Leben in diesen Fällen besteht; ja es kann nach dem Eintritt des Brandes in einer entzündlichen Krankheit sogar die ganze Klarheit des Bewusstseyns, die verloren war, wieder eintreten. Dass in entzündlichen Krankheiten wichtiger Eingeweide oft Delirien eintreten, darf uns nicht wundern; denn von jeder Stelle des Körpers, auch von solchen, die man ohne Verlust der Seelenfähigkeiten amputiren kann, wie die Extremitäten, kann eine heftige entzündliche Affection durch die auf das Sensorium commune gemachte heftige Impression Delirium erzeugen. Eine heftige Hautentzündung bewirkt Delirium: warum sollte es nicht die Entzündung eines Eingeweides thun; und doch kann jener Theil der Haut mit dem ganzen Gliede fehlen, und die Seele nichts entbehren. Hört nun dieser heftige Eindruck eines kranken Theiles auf die Centralorgane durch den Brand oder Tod dieses Theiles auf, so ist auch gleichsam der Schleier gehoben, welcher das Sensorium commune klar zu wirken hinderte, und auf kurze Zeit bis zu dem Tode tritt die ganze Klarheit des Bewusstseyns oft wieder ein. Auf diese Art lässt sich zeigen, dass alle in dem Unterleibe enthaltenen Eingeweide der Sitz von Seelenfunctionen nicht seyn können. Die entzündlichen Krankheiten der in der Brusthöhle enthaltenen wichtigen Theile, der Lungen und des Herzens können schon tödten, ehe es zu einer Störung des Sensoriums kommt. Wir können indess an ihren chronischen Krankheiten, an ihren Degenerationen auch mit Evidenz zeigen, dass sie der Sitz von Seelenverrichtungen nicht sind. Der Lungenkranke verliert nichts von seinen Seelenkräften trotz der gänzlichen Zerstörung seiner Lungen. Der Herzkranke kann im höchsten Grade geängstigt seyn, wie es jedesmal bei Störungen des Kreislaufes geschieht; aber seine Seelenfunctionen sind unverändert; und deutlich sehen wir, dass jedes Organ mit Ausnahme des Gehirns entweder langsam aus der thierischen Oeconomie heraustreten, oder kurze Zeit plötzlich ausfallen kann, ohne Störung der Seelenfunctionen.

Ganz anders verhält es sich bei dem Gehirne; jede langsame oder plötzliche Störung seiner Verrichtungen verändert auch die intellectuellen Fähigkeiten. Die Entzündung dieses Organes ist nie ohne Delirien, und später ohne Stumpfsinn; der

Druck auf das grosse Gehirn bewirkt immer Delirium oder Stumpfsinn, je nachdem es mit oder ohne Reizung stattfindet; so wirkt aller Druck, rühre er von Knocheneindrücken, fremden Körpern, Wasser, Blut, Eiter her. Dieselben Ursachen heben oft, je nach dem Sitze des Uebels, die Fähigkeit der willkührlichen Bewegung oder das Gedächtniss auf. So wie der Druck weggenommen ist, mit der Erhebung des Knocheneindruckes, tritt die Besinnung, das Gedächtniss oft wieder ein; ja man hat sogar beobachtet, dass der Kranke seinen Gedankengang sogleich da fortsetzte, wo er durch die Verletzung unterbrochen worden. Bei der Verletzung des grossen Gehirns bei den Thieren tritt Stumpfsinn, Besinnungslosigkeit ein; und so sind auch bei den meisten Geisteskranken bedeutende materielle Störungen im Gehirn vorhanden, wenn wir auch in anderen Fällen, besonders in denjenigen, wo die Geisteskrankheiten erblich sind, die feineren materiellen Veränderungen einer bei mikroskopischer Feinheit wirkenden Faserung nicht mit unseren schlechten Hülfsmitteln und Kenntnissen erkennen werden. Man hat zwar hiergegen eingeworfen, dass man sehr bedeutende Zerstörungen einer ganzen Hemisphäre ohne Störung des Geistes vorgefunden hat; indess zeigen die Versuche an Thieren, dass selbst plötzliche Verletzungen bloss einer Hemisphäre nicht sogleich vollen Stumpfsinn erzeugen, dass dieser erst dann ganz auftritt, wenn beide Hemisphären entfernt sind, so dass es scheint, dass die Hemisphären in den Seelenverrichtungen einander unterstützen, ja ersetzen können.

Mehrere ausgezeichnete Gelehrte, wie namentlich Bichat und Nasse, haben eine der unsrigen gerade entgegengesetzte Ansicht; indem sie anerkennen, dass das Gehirn der Sitz der höheren Seelenverrichtungen sey, behaupten sie gleichwohl, dass auch andere Organe, z. B. die des Unterleibes und der Brust, eine gewisse Beziehung zu den Seelenverrichtungen haben; ja sie neigen sich sogar zu der Ansicht hin, dass die Quelle der Leidenschaften in diesen Organen, die davon so leicht afficirt werden können, wohl seyn könne, und sie stützen ihre Ansicht theils auf die Affectionen dieser Organe in den Leidenschaften, theils auf ihre krankhaften Veränderungen bei manchen Irren. Bei aller Hochachtung, die ich vor diesen trefflichen Männern hege, muss ich mir alle Mühe geben, die Nothwendigkeit einer solchen Annahme zu widerlegen. Gewiss finden sich der Darmkanal, die Leber, die Milz, die Lungen, das Herz bei Irren oft krank, und selbst zuweilen, wenn man nicht gerade eine grobe materielle Veränderung im Gehirn auffinden kann. Ich will auch gerne zugeben, dass die Krankheit eines Eingeweides Veranlassung zur Entwickelung einer Geisteskrankheit geben könne, wie andere veranlassende Ursachen. Aber ich schliesse daraus nicht, dass dieses oder jenes Eingeweide die Quelle von gewissen geistigen oder leidenschaftlichen Beziehungen sey. Zur Erzeugung jeder Geisteskrankheit gehört eine Disposition im Gehirne; wenn diese erworben oder gar erblich da ist, so reicht jene anhaltende Störung der Functionen der Centralorgane durch eine Krankheit

irgend eines Eingeweides, vermöge der auf die Centralorgane stattfindenden Impression, und durch die Gesetze der Mittheilung der Zustände im Rückenmarke und Gehirne hin, diese Disposition zum Ausbruche zu bringen; gerade so, wie jeder Theil der Körperoberfläche, der ohne Verlust der Seele entbehrt, abgeschnitten werden kann, doch, so lange er lebt, durch eine heftige Mittheilung seiner krankhaften Stimmung auf das Gehirn sympathisch Delirium desselben bewirken kann. Daher kann auch bei einem Irren dieser Art bei Entfernung der materiellen Störungen in den Eingeweiden, welche entfernter oder näher auf das Gehirn influiren, die Disposition wieder zurücktreten.

Was nun aber die Beziehung der Eingeweide zu den Leidenschaften betrifft, so sind diese zwar nicht zu läugnen, jedoch bleibt in den hieher gehörigen Erfahrungen der Physiologie ausserordentlich viel zu lichten übrig. In diesem Theile unserer Wissenschaft herrschen noch ziemlich allgemein Vorstellungen, welche sich noch wenig von den Ueberlieferungen des Volkes entfernen. Dass die Leidenschaften vermöge eines im Gehirn stattfindenden veränderten Zustandes entweder excitirend oder deprimirend auf das ganze vom Gehirn abhängende Nervensystem wirken, ist bekannt. In den excitirenden Leidenschaften finden Spannungen, und selbst convulsivische Bewegungen gewisser Muskeln, nämlich vorzüglich aller von dem respiratorischen System der Nerven (Nervus facialis eingeschlossen) abhängigen Muskeln statt. Die Athembewegungen werden bis zum Weinen, Seufzen, Schluchzen verändert, die Gesichtsmuskeln verzerrt; in den deprimirenden Leidenschaften, wie in der Angst, im Schrecken, in der Furcht, sind alle Muskeln des gesammten Körpers abgespannt, indem der motorische Einfluss des Rückenmarkes und Gehirns abnimmt. Die Füsse tragen nicht, die Gesichtszüge werden hangend, das Auge starr, der Blick gebannt, ohne Ausflucht, und diess kann bis zur momentanen Lähmung des ganzen Körpers und besonders der Schliessmuskeln fortschreiten. Die Bewegungen des Herzens werden in beiderlei Leidenschaften häufiger, in den excitirenden zugleich heftig, in den deprimirenden häufig und meist schwach. Die Empfindungen werden in einigen oder vielen Theilen, besonders im Gesicht und den Athemwerkzeugen und Verdauungswerkzeugen, oft im ganzen Nervensystem verändert. Die organischen Wirkungen der Leidenschaften verändern die Absonderungen der Thränen, der Haut, die in den deprimirenden Leidenschaften kalten Schweiss absondert, der Galle, deren Ausscheidung öfter gestört wird, so dass sie in die Blutgefässwandungen eindringt und Icterus erzeugt, des Urins, der wässrig wird, wie bei allen Nervenaffectionen; sie modificiren zugleich die Actionen der kleinen Gefässe, wodurch der Turgor der Haut verändert, und diese bald roth, bald auch blass wird. Kurz, es erfolgen die Wirkungen der Leidenschaften erstens auf die Athemnerven, den N. facialis, N. vagus, die N. spinales respiratorii mit sammt dem N. phrenicus, dann aber durch das Rückenmark auf das ganze Rumpfnervensystem, sowohl der animalischen als or-

ganischen Nerven. Aber ich kenne keinen einzigen Beweis, sondern blosse Traditionen, dass eine Leidenschaft bei gesunden Menschen mehr auf ein Organ als auf ein anderes wirke. Man sagt, das Herz habe eine Beziehung zur Freude, zum Kummer, zur Angst, aber in welcher heftigen excitirenden oder in welcher deprimirirenden Leidenschaft wird es nicht verändert? Ist es nicht wie mit den Thränenwerkzeugen, welche in jeder heftigen Leidenschaft ergriffen werden können, da jede Leidenschaft, Aerger, Zorn, Freude, Bewunderung, Rührung, Traurigkeit, Schrecken, Angst, Furcht, bis zum Weinen sich steigern kann. Man hat behauptet, die Leber stehe in einer engen Beziehung zu den Leidenschaften des Zorns und des Aergers; diess ist eine uralte, in viele, auch physiologische Schriften übergegangene, aber ganz falsche Behauptung. Wohl werden manche Menschen nach diesen Leidenschaften an der Leber afficirt, sie bekommen eine gelbe Farbe, Schmerzen in der rechten Seite, oder gar Leberentzündung. Aber diess geschieht nur denen, welche leberkrank sind, oder welche eine angeborne Disposition zu Leberaffectionen haben. Den meisten geschieht nach dem heftigsten Zorne und Aerger nichts der Art, hier darf ich mich ganz auf die Erfahrungen meiner Leser berufen. Wie viele sind unter uns, welche nach Aerger und Zorn von allem dem nichts empfinden, die vielmehr sich den Magen verderben, weil es der leicht ergreifbare Theil ist, während ein anderer auf diese Leidenschaften seine Verdauungsorgane ganz ungeschwächt empfindet, aber jedesmal bei Zorn und Aerger eine heftige Affection des Herzens erleidet, weil es der bei ihm leicht angreifbare Theil ist; und so ist es mit allen Leidenschaften. Keine einzige wirkt regelmässig mehr auf die Leber, regelmässig auf den Magen, das Herz; bei dem gesunden Menschen breiten sich ihre Wirkungen radiatim vom Gehirn über das Rückenmark, über das animalische und organische Nervensystem aus. Alles Specielle ist auch individuell. Der Schamröthe scheint es eigenthümlich, dass sie die Haut des Gesichtes röthet, indem eine Anhäufung des Blutes in den kleinen Gefässen stattfindet; allein viele Menschen werden von Aerger, Zorn, Angst roth; und andere werden in der Scham, im Aerger, im Zorne so gut wie in der Angst, im Schrecken, in der Furcht blass. Nur bei dem Hepatischen, bei der hepatischen Constitution erfolgt auf eine heftige Leidenschaft Gelbsucht, Leberentzündung. Kurz, wir sehen, dass die Wirkungen der Leidenschaften auf die verschiedenen Regionen der von dem Gehirne abhängigen Theile nichts für die Hypothese beweisen können, dass die Leidenschaften, oder überhaupt gewisse Seelenverrichtungen ihren Sitz ausser dem Gehirne hätten.

Wenn wir nun theils aus vergleichend anatomischen, theils aus physiologischen und pathologischen Gründen mit Bestimmtheit anerkennen müssen, dass der Sitz der Seelenwirkungen im Gehirne und in keinem andern Theile ist, dass die Nerven diese Wirkungen anregen und vermöge ihrer Kräfte ausführen, und dass alle übrigen Theile die Wirkungen der Nerven erfahren, so ist damit nur bewiesen, dass die Seele durch die Organisation

des Gehirns wirkt und thätig ist; es ist aber nicht damit behauptet, dass ihr Wesen bloss seinen Sitz im Gehirne hat. Es könnte wohl seyn, dass die Seele nur in einem Organe von einer bestimmten Structur wirken und Wirkungen empfangen könnte, und doch vielleicht allgemeiner im Organismus verbreitet wäre.

Wir wollen hier einige Thatsachen hervorheben, welche entschieden beweisen, dass die Seele, wenn sie auch nur in dem Gehirne wirksam ist, doch nicht ganz auf dasselbe beschränkt ist. Es genügen diess zu beweisen zwei Thatsachen. Die eine ist, dass die niederen Thiere, wie Planarien, Polypen, Würmer, theilbar sind, und dass Polypen und Würmer, wie die Naiden, Nereiden (siehe oben p. 19.), selbst durch Theilung ihres Körpers zeugen. Diese Thatsache zeigt uns, dass das Lebensprincip mit der Materie theilbar ist, indem aus getrennten Stücken neue Individuen entstehen. Man kann diese Thiere zwar beseelt in dem Sinne, wie die höheren Thiere, nicht nennen; indessen hat jedes der getrennten Theile seinen besonderen Willen und seine besonderen Begehrungen, und da zum Empfinden auch Bewusstseyn und Aufmerksamkeit gehört, so haben wir den Beweis, dass das psychische Princip dieser niederen Wesen, mag es mit dem Lebensprincip eins oder nicht eins seyn, wie dieses mit der Materie theilbar ist. Die zweite Thatsache ist, dass das psychische Princip wie das Lebensprincip auch bei den höheren und höchsten Thieren, ja selbst beim Menschen, in einem beschränkten Sinne theilbar ist. Die höheren Thiere und die Menschen erzeugen zwar keine neuen beseelten Individuen durch Theilung ihrer selbst in mehrere Stücke; wohl aber durch Erzeugung des Saamens bei dem Manne, und des Keimes bei dem Weibe. Wie die Zeugung des neuen Individuums bei der Berührung des weiblichen Keimes und des männlichen Samens stattfinden mag, wir wissen, dass bei den Fischen, Fröschen, Salamandern die blosse, selbst künstlich ausgeführte Berührung von Samen und Ei, ohne allen Antheil von Seiten des Männchens und Weibchens zur Erzeugung des neuen Individuums hinreicht, wie denn nach Spallanzani Eier des Frosches mit Froschsamen befeuchtet, befruchtet sind. Es geht daraus hervor, dass der Keim des Weibchens und der Saame des Männchens Alles enthalten, was zur Aeusserung des individuellen Lebensprincipes und der psychischen Functionen der Thiere nöthig ist. Der Keim und der Samen, oder einer von beiden muss also das Lebensprincip und das psychische Princip gleichsam latent enthalten; denn sonst könnte es sich nicht bei der Entstehung des neuen Individuums äussern. Eben so müssen wir auch bei den höchsten Thieren und dem Menschen nothwendig annehmen, dass, wie der Same und das Ei alle Bedingungen zu einem neuen belebten und beseelten Wesen enthalten, sie auch selbst entweder beide, oder eines von beiden das Lebensprincip und das psychische Princip im latenten Zustande enthalten. Ob das neue Individuum ausser (wie bei den Eierlegern) oder in dem mütterlichen Körper (wie bei den Lebendiggebärenden) sich entwickelt, macht in dieser Frage gar nichts aus.

Wir sehen aus dieser Folge von Thatsachen und Vernunftschlüssen, dass, obgleich die höheren Thiere und der Mensch nicht mehr durch Zertheilung in mehrere Stücke, neue belebte und beseelte Individuen zeugen, sie doch insofern noch in Hinsicht des Lebensprincipes und psychischen Principes theilbar sind, als ein Theil ihrer Materie, die Zeugungsflüssigkeiten, mit diesen Principien, mögen sie eins oder getrennt seyn, beseelt ist. Wenn diess aber so ist, so ist das psychische Princip offenbar nicht auf das Gehirn beschränkt, sondern auch, wenngleich im latenten Zustande, in Theilen, die vom Gehirne weit entfernt von dem Ganzen abtrennbar sind, enthalten; und diess ist es, was wir beweisen wollten.

Ob das Lebensprincip und das psychische Princip von dem Gehirne aus in einem latenten Zustande auf den Wegen der Nerven zum Samen oder Keime gelange, ob es im latenten Zustande im Blute verbreitet werde, ob es im latenten Zustande im ganzen Körper verbreitet sey, während es nur frei im Gehirne als dem zu seiner Wirksamkeit organisirten Apparate wirkt und Wirkungen anderer Theile empfängt, alles diess ist nicht zu beantworten, auch wäre die Beantwortung für die gegenwärtige Untersuchung gleichgültig; es ist genug, dass wir wissen, dass der Same und Keim nicht allein die Kraft zu einem belebten Individuum enthalten, sondern auch das psychische Princip des neuen Wesens im latenten Zustande enthalten müssen. Es ist für unsern Zweck jetzt genug, zu wissen, dass andere Theile des Körpers, als das Gehirn, auch noch an dem psychischen Principe Theil haben, dass aber diess Princip nur in dem Gehirne frei und thätig erscheint, weil hier die Organisation zu allen seinen Bewegungen und Wirkungen auf die Kräfte anderer Theile, auf die motorischen Apparate, und zur Aufnahme der Wirkungen der sensibeln Leiter ist. Nur in dem Gehirne ist Bewusstseyn, Vorstellung, Gedanke, Wille, Leidenschaft möglich, und wenngleich das Princip zur Erzeugung der Vorstellungen, Gedanken u. s. w. in dem befruchteten Keime latent vorhanden ist, so muss dieser beseelte Keim doch erst die ganze Organisation des Gehirns erschaffen, dass das psychische Princip frei werde, und dass Vorstellungen, Gedanken, Wille u. s. w. erscheinen oder wirken. In der hirnlosen Missgeburt, die während des Lebens im Uterus bis zur Geburt noch ernährt wird und lebt, wurde das zur spätern Aeusserung der Seele von dem belebten Keime erzeugte Organ schon zu einer Zeit (durch Wassersucht) zerstört, ehe es zum Freiwerden des psychischen Principes, zur Aeusserung der Seelenfähigkeiten, ausgebildet war.

Ob das psychische Princip durch eine Verletzung des Gehirnbaues selbst wesentlich modificirt werde, ob in den Geisteskrankheiten die Thätigkeit der Seele durch die Verletzung des Gehirns bloss verändert werde, oder ob die Seele an sich krank seyn könne, kann nach den vorausgeschickten Betrachtungen und Thatsachen jetzt erörtert werden. Da, wie wir hier gesehen haben, die Existenz der Seele von dem unverletzten Baue des Gehirns nicht abhängt, da sich ihr Daseyn, wenn auch latent, auch in dem von dem Mut-

terstamme abgestossenen Keime erweist, so kann auch keine Veränderung des Baues des Gehirns das Wesen der Seele selbst verändern, sondern ihre Thätigkeit nur zu kranken Actionen zwingen. Nur die Thätigkeit der Seele hängt von der Integrität des Faserbaues und der Mischung des Gehirnes ab. Die Art der Thätigkeit, und die Art des Baues und Gehirnzustandes laufen immer parallel; der letztere bestimmt immer die erstere, aber das Wesen der Seele, ihre latente Kraft, so weit sie sich nicht äussern muss, scheint durch keine Hirnveränderung bestimmbar. Hält man sich hieran, so sind alle weiteren Erörterungen über die letzte Ursache der Geisteskrankheiten, über den Antheil des Gehirns und der Seele an denselben abgeschnitten, und der Arzt hat bei allen abnormen Geisteszuständen immer und zuerst nur den Zustand der materiellen Veränderung, welche die Seele zu kranken Actionen zwingt, oder ihre Thätigkeit unterdrückt, im Auge zu behalten. Wir kennen aus Berichten zwei Fälle von angebornem Blödsinn mit einem so niedrigen Schädel, dass die Abbildungen an den Zustand des Schädels bei der Hemicephalie erinnern, obgleich das Cranium vollständig vorhanden ist. Es sind die zwei in der Colonie Kiwitsblott, eine Meile von Bromberg, lebenden Söhne der Wittwe Sohn, der eine von 17, der andere von 10 Jahren. Beide sind bei dem besten Wohlseyn so stupid, dass sie sich des Weges nach Hause auch bei einer geringen Entfernung nicht erinnern, dass sie sich nicht ihre Beinkleider öffnen können, obgleich sie mit allen Bewegungskräften eines gesunden Menschen ausgerüstet sind, und auf alle Theile ihres Körpers den Einfluss des Willens besitzen, den sie, obgleich lenksam und ohne Bosheit, nur zum Essen und Trinken, und zum Zerstören von Allem, was ihnen in die Hände fällt, benutzen können. Auch in diesen denkwürdigen Fällen dürfen wir keine angeborne Krankheit der Seele, keinen ursprünglichen Mangel des psychischen Principes voraussetzen; gewiss war die Anlage zu der höchsten Vollkommenheit in dem latenten Zustande des psychischen Principes im Keime verhanden; aber keine Entwickelung der Fähigkeiten der höheren Seelenäusserungen war bei der unvollkommenen Ausbildung des Gehirns möglich, gleich wie die bei dem gesunden Menschen eintretende plötzliche Veränderung des Hirnzustandes augenblicklich auch die Aeusserungen der Seele krankhaft oder ihre Kraft sogar latent macht, die nach der Wegnahme des Druckes auf das Gehirn oft mit der ganzen Klarheit des Bewusstseyns wiederkehrt. Da die Materie durch die Thätigkeit immer zugleich verändert wird (siehe oben p. 52.), so versteht es sich von selbst, dass abnorm angestrengte Thätigkeit der Seele, und eine durch eingegangene Lebensverhältnisse bedingte einseitige Richtung der Geistesthätigkeit, oder die hervorgerufene Heftigkeit der Seelenzustände auch wieder auf die Organisation des Seelenorganes zurückwirken muss. Wie sehr auch die Entfernung dieser Ursachen in den Augen des Arztes wichtig ist; der Zustand der Organe bleibt hier wie überall das Object desselben; und die Sündhaftigkeit, womit schwärmerische Aerzte sich so viel zu schaffen machen, ist nicht das Wesen der Gei-

steskrankheit, sondern kann nur mit in den grossen Kreis ihrer veranlassenden Ursachen gehören.

Ob das Lebensprincip, von welchem im Keime die ganze Organisation ausgeht, und welches auch das Organ für das Wirken des psychischen Principes erzeugt, von dem letztern wesentlich verschieden sey, oder ob die Thätigkeit der Seele nur eine Species der Wirkungen des Lebensprincipes sey, ist eine in der empirischen Physiologie ganz unlösbare Frage. Wir wissen, dass das Lebensprincip ohne Seelenäusserungen fortwirken kann; denn das Lebensprincip erhält auch die hirn- und rückenmarklose Missgeburt noch bis zur Geburt lebend. Daraus kann man nicht schliessen, dass das psychische Princip von dem Lebensprincip dem Wesen nach verschieden sey; denn wir haben schon gesehen, dass es einen latenten Zustand des psychischen Principes in einem belebten Körper auch ausser dem Gehirne giebt. Man kann aber eben so wenig daraus schliessen, dass das psychische Leben nur eine Species der Wirkungen des Lebensprincipes sey; wir sehen nur, was auch die Schöpfung des ganzen Embryos vor der Entwickelung der Seelenfähigkeiten beweist, dass die Thätigkeit der Seele zur Aeusserung des Lebensprincipes nicht nothwendig ist; dagegen wissen wir eben so bestimmt, dass die *Thätigkeit* der Seele ohne die Mitwirkung des Lebensprincipes in einem thierischen Körper nicht möglich ist; denn das Lebensprincip erschafft und erhält die zur Thätigkeit der Seele nothwendige Organisation des Gehirns.

Für die Ansicht, dass das psychische Leben nur eine Manifestation des Lebensprincipes der thierischen Körper überhaupt sey, kann man anführen, dass das psychische Princip nicht bloss in einer Classe von thierischen Wesen, im Menschen, dass es vielmehr bis zu den niedersten Thieren erscheint. Denn alles Thierische ist beseelt, was der Sinneserscheinung auch ausser den Sinnesempfindungen bewusst ist, was vorstellt, was Begehrungen und Vorstellungen von ihrem Objecte und ihrer Befriedigung hat, was durch Vorstellungen und Begehrungen zu Willensactionen bestimmt wird. In diesem Umfange kommen psychische Erscheinungen bis zu den niedersten Thieren vor; bei den höheren Thieren treten zumal auch Leidenschaften auf. Auf der andern Seite lässt sich für die Unabhängigkeit des psychischen Principes von dem Lebensprincipe anführen, dass eine ganze Classe der organischen belebten Wesen, die Pflanzen, aller psychischen Erscheinungen entbehren. Indessen lässt sich dieser Einwurf wieder durch die Annahme eines latenten Zustandes der psychischen Seite des Lebensprincipes aufheben, und wo eine Hypothese bloss insofern Haltung hat, als sich eine grosse Anzahl der Thatsachen daraus erklären lassen, wird dieselbe durch eine andere, welche die Thatsachen eben so erklärt, neutralisirt.

Beide Principien stimmen in ihren Wirkungen darin überein, dass ihre Erscheinungen das Vernünftige seyn können; aber das Vernünftige des psychischen Lebens ist blosses Bewusstseyn des Vernünftigen, ohne alle schaffende Einwirkung auf die Organisation, auf die Materie; das Vernünftige der Thätigkeit des Le-

bensprincipes ist die Erzeugung der zweckmässsigen Organisation in der belebten Materie. Die in der Organisation des einfachsten Wesens sich ausdrückende Vernunft ist vielleicht erhabener als das Höchste, was das Bewusstseyn eines thierischen Wesens oder Menschen vorzustellen vermag. Alle Probleme der Physik sind vor dieser schaffenden Thätigkeit gelöst. Vor der Natur, welche das Auge, das Gehörorgan erzeugt, sind keine Probleme über die Physik des Sehens, des Hörens verborgen. Sie ist auch die Ursache des Instinktes, d. h. sie ist die Ursache, dass in dem Sensorium eines Thieres Träume entstehen, die es zu zweckmässigen, zu seinem Daseyn nöthigen und vernünftigen Handlungen nöthigen, ohne dass die Seele des Geschöpfes das Geringste von diesem vernünftigen Vorgange und seinem Zusammenhange einsieht.

Wenn es einen wahren Grund für die Ansicht giebt, dass das psychische Leben auch nur eine Art der Manifestation des Lebensprincipes der thierischen Wesen ist, so ist es der, dass beiderlei Wirkungen der Ausdruck der Vernunft seyn können, dass die Erzeugung der Organisation des niedersten Thieres bei der Entwickelung des Keimes der Ausdruck der höchsten Vernunft ist, und dass das darin waltende Vernünftige alle bewussten Seelenwirkungen dieses Geschöpfes weit überstrahlt. Ernst Stahl liess alle thierischen Wirkungen, weil sie zweckmässig sind, von der Seele ausgehen. Diese Seele, wenn von ihr das psychische Leben im engern Sinne abhängig ist und ausfliesst, ist in Stahl's Sinne freilich etwas ganz Anderes und Höheres, als was wir gewöhnlich Seelenleben nennen. Man sieht leicht ein, dass Stahl's Theorie die Anschauung von der vernunftgemäss wirkenden Kraft in jedem lebenden Wesen zu Grunde liegt, dass er das, was wir gewöhnlich Seelenleben nennen, als einen Ausfluss jener letzten Ursache eines Geschöpfes ansah. Aber wenn diese letztere Ansicht auch richtig seyn sollte, was sich empirisch nicht beweisen lässt, so muss man doch immer festhalten, dass in das bewusste und denkende Seelenwirken nur ein kleiner Theil von den Wirkungen jener höhern, vernunftgemäss wirkenden Lebensseele fällt, welche die letzte Ursache eines Geschöpfes ist, und welche in seiner Organisation, in seinen instinktmässigen Trieben alle Schicksale desselben im Zusammenfluss mit der äussern Welt vorsieht.

Man fragt, ob das psychische Princip eine Thätigkeit der Materie oder selbstständige Kraft sey, ob es an den Leib bloss gebunden sey, oder ob es nicht anders, als der Ausdruck eines gewissen Zustandes, einer gewissen Zusammengesetztheit der Materie sey. Bewegung, Thätigkeit ist vielleicht der Urzustand der Materie, da selbst die Ruhe der Massen von der Anziehung ihrer Theilchen abhängt. Wenn es aber keinen Körper ohne Energie, ohne Kraft, ohne Thätigkeit giebt, ist nicht die Seele selbst auch der Ausdruck des Zustandes und der Zusammensetzung der Materie in den lebenden Wesen? Erscheint die Seele nach dem Tode nicht mehr an dem Leibe, weil die Materie ihren bisherigen Zustand, ihre Zusammensetzung, die vereinte Wirkung und Anziehung ihrer belebten Atome verloren hat, die nun nach

einem veränderten Zustande in andere Erscheinungsweisen übergehen; oder erscheint die Seele nicht mehr an dem Körper, weil sie nicht mehr an den Körper gebunden ist?

Allerdings sind die Erscheinungen des Seelenlebens, mag es ein Ausfluss des Lebensprincips seyn, oder von einem selbstständigen mit dem Leben verknüpften Princip abhängen, durchaus an die Organisation des Gehirns geknüpft; ohne die Unversehrtheit dieses so zusammengesetzten Faserbaues erfolgt keine Wirkung der Seele auf die belebten Werkzeuge des Körpers, oder mit anderen Worten, erscheint sie nicht an diesem, aber sie kann an ihm latent seyn, wie ihre Quelle in den Zeugungsflüssigkeiten der thierischen Wesen vorhanden, aber latent ist. Indess, hier wiederholt sich dieselbe Frage: ist auch der latente Zustand der Seele nur die Ruhe der einer gewissen Zusammensetzung der Materie eingebornen Kraft, oder kann das Princip, unabhängig von aller Materie, sich mit dieser verbinden und sie verlassen. Fliessen die nach dem Materialismus allein thätigen Atome nach der Zerlegung der mit dem latenten Zustande des Lebens beseelten Materie in die Welt zurück, um wieder zur Quelle des Lebens sich zu einen, wenn sie in einer gewissen Art wieder zusammengesetzt werden; oder ist das latente Lebensprincip und psychische Princip auch von dem Zerfallen der Atome unabhängig; ist seine Substanz immateriell, und weder die Thätigkeit der Atome der Materie, noch die Thätigkeit der in gewisser Art vereinten Atome der Materie? Obgleich man keine Lösung dieser physiologischen Fragen von der empirischen Physiologie erwarten darf, so giebt es doch Thatsachen, welche bei dem Versuche dieser Lösung zu benutzen sind. Es giebt allerdings Kräfte der Natur, oder imponderable Substanzen, welche, wenn auch nicht von der Materie unabhängig, doch ohne eine Veränderung in dem materiellen Zustande des Körpers sie verlassen und auf andere übergehen können, wie Licht, Elektricität, Magnetismus. Die Existenz dieser Principien, ihr Erscheinen an den Körpern, und ihr Ueberströmen von einem auf den andern Körper zeigt uns deutlich, dass jener Materialismus, welcher ausser den Kräften der Atome nichts anerkennt, grundlos ist; und ohne entfernter Weise das Lebensprincip und psychische Princip mit jenen imponderabeln Substanzen oder Kräften vergleichen zu wollen, sehen wir wenigstens, dass in den Thatsachen der Physik nichts ist, welches die Möglichkeit eines von der Materie unabhängigen, wenngleich in den organischen Körpern in der Materie wirkenden immateriellen Princips aufhöbe.

Wir müssen hier ein anderes Räthsel berühren, dessen schon im Anfange dieses Lehrbuches p. 38. gedacht wurde. Es ist die Frage nach der Ursache des beständigen Vergehens und der Wiedererzeugung belebter und beseelter individueller Wesen. Das Lebensprincip wächst nicht allein an Intensität während des Wachsthums der organischen Körper, es vervielfältigt sich auch durch die Theilung und Zeugung. Aus einem lebenden Wesen entstehen viele andere, eben so kräftige und productive, aus diesen wieder andere, während die organi-

sche Kraft der sterbenden vergeht oder latent wird. Diese Vervielfältigung belebter Wesen geschieht nicht bloss durch ein Uebertragen des wirksamen Principes von dem Producenten auf das Product. Denn der Producent bleibt auch nach der Vervielfältigung zu neuen Productionen fähig, bis er zuletzt vergeht. Dasselbe gilt aber von dem psychischen Princip. Der Zeugende verliert dasselbe nicht durch das Zeugen eines neuen beseelten Producenten, aber nach der fortdauernden Erzeugung neuer beseelter Wesen wird die Psyche der zeugenden Eltern mit dem Sterben für uns latent. Wie ist es nun möglich, dass das Lebensprincip und die Psyche sich in immer neuen Individuen ins Unendliche multiplicirt, während doch die Producenten nach der Production beseelt bleiben und später vergehen; wie ist diese unendliche Multiplication des psychischen Principes mit dem Lebensprincip denkbar? Darauf giebt es zwei Antworten, deren sich keine erweisen lässt. Die erste ist die, dass das Princip des Lebens und das psychische Princip in allen Materien, durch deren Aneignung die thierischen Körper wachsen und zur Multiplication fähig werden, im latenten Zustande vertheilt seyen, und durch die Organisation in den belebten und beseelten Körpern in Erscheinung treten. Diess ist die Lösung, welche der Pantheismus auf jene Frage ertheilt. Diese Lösung ist es, welche an der Unsterblichkeit der individuell beseelten Wesen zweifelt, und auf die Unsterblichkeit des Weltgeistes reducirt ist. Die zweite Antwort ist, dass das Lebensprincip und psychische Princip nicht latent in allen zur Aneignung dienenden Materien verbreitet sind, dass das Lebensprincip vielmehr nur in den belebten Wesen ist, und dass das psychische Princip. so lange sie leben, an ihre Materie gebunden ist. Bei dieser Ansicht lässt sich die Multiplication der beseelten Individuen nur durch die Annahme erklären, dass das psychische Princip, wenn es sich durch die Zeugung ins Unendliche multiplicirt, eine Substanz sey, welche durch Vertheilung nie weder vergehen noch an Intensität geschwächt werden kann. Dieses Princip würde von allen Kräften sich dadurch unterscheiden, dass es eine durch Theilung, sebst bis ins Unendliche, unveräusserliche und nicht zu schwächende Kraft wäre. Eine Supposition, die für unsern Verstand unbegreiflich ist, und wozu doch jeder gedrängt wird, der dem Pantheismus entgegenstrebt, und mit dem uns eingebornen Glauben an die Unsterblichkeit nicht des psychischen Principes überhaupt, sondern der individuell beseelten Wesen, den Abgrund, welchen keine Wissenschaft ausfüllen kann, überflügelt.

Die specielle Physiologie des Seelenlebens folgt erst später nach der Physiologie der Sinne im sechsten Buche dieses Werkes. Hier kömmt dieser Gegenstand nur in den allgemeinsten Beziehungen zum Gehirne vor.

### III. Von dem verlängerten Marke.

Durch das verlängerte Mark ist das Gehirn mit dem Rücken-

mark in Wechselwirkung, die Kenntniss des Verlaufs der Stränge desselben ist daher für den Physiologen von besonderer Wichtigkeit. Burdach hat diesen Gegenstand in seinem verdienstvollen Werke über den Bau und das Leben des Gehirns mehr als Andere aufgehellt. Man unterscheidet jetzt folgende Stränge des verlängerten Markes:

1) die Pyramiden; sie bilden sich nach Burdach aus Grundfasern und Kreuzungsfasern. Die Grundfasern liegen an der vorderen Fläche des grauen Kernstranges, sie bilden die hintere Wand des vorderen Einschnittes des Rückenmarkes, steigen aber am Halse $3\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{2}$ Zoll unter der Brücke schräg nach vorn herauf, so dass sie anfangs, die Seitenwände des vordern Einschnittes bildend, zuletzt zu beiden Seiten des Einschnittes an der vordern Fläche des Rückenmarkes hervortreten, und an der innern Seite des innern vordern Rückenmarksstranges sich hervordrängen. Die Kreuzungsfasern sind ein Arm des Seitenstranges des Rückenmarkes, welcher hinter der Olive weggeht, schräg nach innen und vorn aufsteigt, und mit den Grundfasern an der Oberfläche zur Seite des vordern Einschnittes des Rückenmarkes 1 Zoll unter der Brücke hervortritt. Nur die Kreuzungsfasern kreuzen sich, d. h. kommen von der einen Seite des Einschnittes zur andern, und legen sich an die entgegengesetzten Grundfasern an. Burdach a. a. O. 2. 31. Die Fasern der Pyramiden gehen durch die Bündel der Querfasern der Brücke in die Hirnschenkel über.

2) Die Hülsenstränge sind nach Burdach die an der innern und äussern Seite der Olive verlaufenden Faserbündel, welche an der Oberfläche des verlängerten Markes nicht blossliegen. Der vordere Hülsenstrang entsteht aus den Markfasern am vordern Einschnitte des Rückenmarkes, welche an der Stelle, wo die Pyramiden hervortreten, von der Pyramide nach aussen gedrängt werden. Der äussere Hülsenstrang ist der äussere Theil der vordern Rückenmarksstränge an der innern Seite der vordern Wurzelreihe. Beide Hülsenstränge liegen an einander bis da, wo die Olive zwischen ihnen hervortritt. Die inneren Hülsenstränge gehen durch die Brücke mit den Pyramiden in die Hirnschenkel über. Die äusseren Hülsenstränge treten nach oben und innen um den obern Theil der Processus cerebelli ad corpora quadrigemina, und sofort in die Basis der Vierhügel über.

3) Die Olive entsteht durch die Ausbreitung des vordern grauen Stranges im verlängerten Marke. An dieser Stelle geht von dem grauen Strange eine mit weisser Markmasse gefüllte, gefaltete graue Blase ab, die auch äusserlich mit Markmasse überzogen ist. Die graue gefaltete Blase und der markige Kern erscheinen auf dem Durchschnitte als Corpus dentatum der Olive.

4) Der Seitenstrang des Rückenmarkes giebt am Anfange des verlängerten Markes die Kreuzungsfasern der Pyramiden nach innen ab, der übrige Theil schlägt sich über der Olive in den Schenkel des kleinen Gehirns zum verlängerten Marke, und geht

auch zum Theil im äussern Theile der Rautengrube fort. Burdach a. a. O. p. 35.

5) Der Keilstrang entsteht aus den die hinteren grauen Stränge des Rückenmarkes bedeckenden Markfasern, welche, an der oberen Seite des Seitenstranges gelegen, mit den Fasern des Seitenstranges zusammen den Schenkel des kleinen Gehirns zum verlängerten Marke bilden; seine inneren Fasern laufen als äussere Theile der Wände der Rautengrube fort nach dem grossen Gehirne.

6) An der innern hintern Fläche des Keilstranges liegt der zarte Strang, dessen innere Seitenfläche die Seitenwand des hintern Einschnittes bildet, und zum Theil an der entsprechenden Fläche des Stranges der andern Seite dicht anliegt. An der Spitze der Rautengrube schwillt dieser Strang an und bildet einen keulenförmigen Wulst. Burdach a. a. O. p. 37.

7) Die runden Stränge kommen durch das Auseinanderweichen der zarten Stränge als Seitenwände des Rückenmarkskanales zum Vorschein, sie kommen zwischen den auseinanderweichenden zarten Strängen in die Rautengrube, und gehen durch den Einschnitt getrennt vorwärts, den Boden der Rautengrube bildend, und bis in den vordern und untern Umfang der Wasserleitung sich fortsetzend.

Auf eine ausführliche Beschreibung der Hirnfaserungen kann man sich hier nicht einlassen und verweist auf das Werk von Burdach und Langenbeck's *Icones*, und in Hinsicht der Zusammenstellung der neueren Forschungen über den Bau des Gehirns auf E. H. Weber's *Anatomie*, und eine sehr zweckmässige, klare und genaue Darstellung desselben von D'Alton im XI. Bande des *encyclopädischen Wörterbuchs der medicinischen Wissenschaften.*

Was die Kräfte des verlängerten Markes betrifft, so ist zuerst zu bemerken, dass es im Allgemeinen die Eigenschaften des Rückenmarkes theilt; es ist so gut wie das Rückenmark Reflector, ja kein Theil des ganzen Nervensystems ist so sehr zur Reflexion geneigt, als dieser Theil; denn die Reizungen der vom verlängerten Marke entspringenden Nerven bringen vor allen anderen Nerven am leichtesten Reflexionsbewegungen hervor; es gehört mit zu den motorischen Apparaten, und kein Theil des Nervensystems hat einen so grossen Einfluss auf Hervorbringung von Bewegungen, als dieser; denn bei Reizung desselben erfolgen Zuckungen am ganzen Rumpfe, und bei der Verletzung desselben ist der ganze Rumpf gelähmt. Aber wodurch sich das verlängerte Mark vor allen Theilen der Centralorgane auszeichnet, sind folgende Eigenschaften.

1) Es ist die Quelle aller Athembewegungen, wie schon oben p. 341. aus den Versuchen von Legallois gezeigt wurde. Wird das Gehirn von vorn nach hinten bei einem Thiere zerstört, so hört das Athmen erst auf bei der Verletzung der Medulla oblongata. In diesem Organe liegt also die Quelle der periodischen Inspirationen, der veränderten Athembewegungen, der krankhaften Respirationsbewegungen bei den Reizungen der Empfindungsnerven in den Schleimhäuten. Auf dasselbe wirken die Leidenschaften bei Erregung aller Respirationsnerven, den N. facialis

eingeschlossen; in ihm ist das Primum movens zu den Bewegungen, die das Weinen, Lachen, Schluchzen, Seufzen, Gähnen, Husten, Erbrechen u. s. w. begleiten oder bewirken; bei welchen Bewegungen immer das ganze System der respiratorischen Nerven und der N. facialis afficirt ist. So wie ein Theil dieser Bewegungen von dem verlängerten Marke aus in Leidenschaften bewirkt wird, so entstehen sie durch eine Wirkung des Sensoriums auf das verlängerte Mark, oft auch durch blosse Vorstellungen, wie das Lachen, Weinen, Gähnen. Die Disposition zum Gähnen scheint bei dem Zustande der Ermüdung in den Centraltheilen des Nervensystems immer vorhanden zu seyn; tritt dann die Vorstellung vom Gähnen dazu, indem wir Andere gähnen sehen, so wird die Disposition offenbar und wir gähnen wirklich. Bei dieser Bewegung ist wieder das System der respiratorischen Nerven und der Nervus facialis afficirt, sowohl die Gesichtsäste als derjenige, der sich im Musculus digastricus verbreitet.

2) Es ist der Sitz des Willenseinflusses. Denn wie die Versuche von Flourens zeigen, sind die Thiere, welche die Hemisphären des grossen Gehirns verloren haben, zwar betäubt, aber noch fähig, Bewegungen willkührlich auszuführen; andrerseits behalten die Thiere diese Fähigkeit auch nach Hinwegnahme des kleinen Gehirns, wodurch bloss die Kraft der Bewegungen und die Fähigkeit zu zusammenhängenden Ortsbewegungen aufgehoben wird. Vergl. über hirnlose Missgeburten mit willkührlicher Bewegung, oben p. 342., Mueller's *Archiv* 1834. *p.* 168.

3) In diesem Organe ist auch der Sitz des Empfindungsvermögens; nicht allein dass alle Gehirnnerven, mit Ausnahme des ersten und zweiten, mit den Fortsetzungen des verlängerten Markes im Gehirne oder mit diesem selbst zusammenhängen; wird dieser Satz auch durch die Geschichte der Verletzungen der Hirntheile erwiesen. Aus den Versuchen von Magendie und Desmoulins geht hervor, dass ein Thier nach dem Verluste der Hemisphären des grossen Gehirns und des kleinen Gehirns das Empfindungsvermögen nicht verloren hat. Mit der Hinwegnahme der Hemisphären werden zwar die Centralorgane des Gesichtssinnes und Geruchssinnes entfernt, und es tritt Blindheit ein; dagegen scheint das Bewusstwerden der Empfindungen nicht an die Hemisphären des grossen Gehirns geknüpft zu seyn. Flourens hat zwar aus seinen Versuchen über Hinwegnahme der grossen Hemisphären geschlossen, dass diese Theile allein die Centralorgane der Empfindungen seyen, und dass ein Thier nach der Wegnahme derselben gar nicht empfinde. Indessen folgt diess nicht aus seinen sonst so interessanten Versuchen, sondern gerade das Gegentheil, wie schon Cuvier in seinem Berichte über diese Versuche bemerkt hat. Es wird zwar ein Thier nach dem Verluste der Hemisphären des grossen Gehirns stumpfsinnig, aber gleichwohl zeigt es ganz deutliche Zeichen von Empfindung, nicht von blosser Reflexion. Es bestimmt sich selbst nicht mehr zu Bewegungen, aber wenn man es stösst, zeigt es das Benehmen eines eben aufwachenden Thieres. Bringt man es in eine andere Lage,

so sucht es das Gleichgewicht; auf den Rücken gelegt, steht es auf; angestossen, hüpft es; Vögel in die Luft geworfen, machen Versuche zu fliegen; Frösche hüpfen fort. Wohl hat das Thier kein Gedächtniss mehr, es überlegt nicht, aber es empfindet dennoch, und reagirt gegen Empfindungen durch Bewegungen, welche keine blossen Reflexionsphänomene sind. Cuvier vergleicht diese Thiere ganz richtig einem schlafenden Menschen, auch dieser sucht im Schlafe noch eine bequeme Lage; er empfindet. Cuvier's Bericht etc. in Flourens *Versuche und Untersuchungen über die Eigenschaften und Verrichtungen des Nervensystems. Lpzg.* 1824. *p.* 71.

Man muss bei den Empfindungen eines gesunden beseelten Wesens wohl die Empfindungen selbst von der Aufmerksamkeit auf dieselben, und von der Fähigkeit, Vorstellungen aus den Empfindungen zu bilden, unterscheiden. Die Aufmerksamkeit scheint eine Thätigkeit der Hemisphären des grossen Gehirns zu seyn; mit ihrem Verluste tritt Stumpfsein ein, die Empfindung bleibt. Dagegen kann ein gesunder Mensch unter einer gewissen Anzahl zugleich stattfindender Empfindungen einer einzigen derselben seine Attention zuwenden, und sie zur herrschenden, zu derjenigen machen, deren er sich in ihrem ganzen Umfange, in ihrer ganzen Stärke bewusst wird, die Vorstellungen in ihm erregt, während andere Empfindungen zwar auch bewusst werden, aber undeutlich sind, wenn die Attention auf sie nicht gerichtet ist. Und so hängt also die Deutlichkeit der Empfindungen von der Mitwirkung edlerer Organe ab, welche nach dem Verluste der Hemisphären des grossen Gehirns verloren sind, während das verlängerte Mark dunkler Empfindungen fähig ist.

Einige haben geglaubt, dass das verlängerte Mark, wie es der Sitz des Willens ist, auch das Centralorgan für alle Empfindungen sey. Diess scheint uns ein Missverständniss, wenn man unter dem verlängerten Marke bloss den angeschwollenen obersten Theil des Rückenmarkes versteht, und nicht zugleich die Fortsetzungen desselben in das grosse Gehirn im Sinne hat. Allerdings ist das verlängerte Mark im engern Sinne das Centralorgan für alle Gefühlsempfindungen, und sie finden nach dem Verluste des grossen Gehirns noch statt, aber ohne Attention. Andrerseits giebt es aber auch für den Gesichtssinn und den Geruchssinn Centralapparate, die in den Hemisphären des grossen Gehirns liegen. Nach ihrer Verletzung hört das Sehen und Riechen auf, wie z. B. nach Verletzung des vordern Vierhügelpaares, des Thalamus opticus, und überhaupt der tieferen Theile der Hemisphären Blindheit eintritt. Es scheint also, dass die Centralorgane der verschiedenen Sinne für sich bestehen; mögen sie auch zum Theil zu den Verlängerungen des Systems der Stränge der Medulla oblongata gehören, so scheint doch ihre Wirkung isolirt stattfinden zu können, und erst durch Mitwirkung der Hemisphären des grossen Gehirns mit den Centralorganen der Sinne tritt die Attention, die deutliche Anschauung der durch die verschiedenen Centralorgane der Sinne dargebotenen Empfindungen ein. Diess ist vor der Hand wahrscheinlich, doch zum Beweise

fehlt noch manche Thatsache. Es scheint zwar einerseits gewiss, dass nach Wegnahme des Centralapparates für das Sehen noch durch das verlängerte Mark die Gefühlsempfindungen mit Bewusstseyn stattfinden können; aber wir wissen andrerseits nicht, ob nach dem Verluste des verlängerten Markes in den Centralorganen der übrigen Sinne noch Empfindungen stattfinden können. Mit der Verletzung des verlängerten Markes hört das Athmen auf, dadurch sinkt das Leben auf ein Minimum herab, bei welchem es unmöglich ist, Beobachtungen über die Fortdauer der Sinnesempfindungen des Gesichtssinnes, Geruchssinnes u. s. w., anzustellen. Immer bleibt es aber jetzt am wahrscheinlichsten, dass die Hemisphären des grossen Gehirnes, und nicht das verlängerte Mark es sind, in welche die Wirkungen der verschiedenen Centralapparate der Empfindungen enden, und wo die von einander unabhängigen Empfindungen zu Sinnesanschauungen umgestaltet werden.

Was den Gehörsinn betrifft, so nimmt man gewöhnlich an, dass sein Centralorgan der Boden des vierten Ventrikels sey, weil die Fasern des Gehörnerven von dort entspringen. Flourens hingegen behauptet, dass nach dem Verluste der Hemisphären des grossen Gehirns das Gehör aufhöre, obgleich Vögel nach dem Verluste noch Monate lang erhalten werden können, wie Flourens und Hertwig beobachtet haben. Mag indess auch die Gehörempfindung an die Integrität des Bodens des vierten Ventrikels geknüpft seyn, so scheinen doch die weissen queren Markfasern der Rautengrube, welche durchaus nicht constant mit dem Gehirnnerven zusammenhängen, und zuweilen deutlich über die obere Wurzel des Gehörnerven in die Schenkel des kleinen Gehirns zur Brücke übergehen, nicht die wichtige Rolle bei den Gehörempfindungen zu spielen, welche man ihnen so oft beilegt. Wir besitzen das Gehirn eines Mädchens in unserem Museum, das nach einem Falle auf den Nacken und das Hinterhaupt allmählig am ganzen Körper gelähmt wurde, und wo sich auf dem Boden der Rautengrube auf den queren Markstreifen eine Exsudation von Faserstoff befand, ohne dass das Gehör dieses Subjectes gelitten hätte. Siehe Fischer *de rariore encephalitidis casu. Berol.* 1834.

## IV. Von den Vierhügeln.

Die Vierhügel der Säugethiere und die Lobi optici der Vögel, Amphibien und Fische gehören zu dem Centralapparate des Gesichtssinnes mit den Thalami optici der höheren Thiere. Nimmt man bei einer Taube einen der Lobi optici, oder bei einem Säugethiere eine Hälfte der Corpora quadrigemina weg, so erfolgt nach Flourens (bei Säugethieren nach Magendie nicht) Blindheit auf der entgegengesetzten Seite, aber die Regenbogenhaut auf diesem Auge bleibt noch lange beweglich. Die Thiere drehen sich oft um sich selbst, und zwar nach der Seite, wo der Körper weggenommen worden, was auch Magendie und Desmoulins fanden. Dieses Drehen, welches auch bei Fröschen bemerkt wird,

scheint die Folge eines Schwindels zu seyn. Wurde unversehrten Tauben das eine Auge zugebunden, so drehten sie sich auch, aber nicht so heftig, und nicht so lange, als die verstümmelte Taube. Bei der Verletzung der Vierhügel treten immer Convulsionen auf der entgegengesetzten Seite des Rumpfes ein; auch wird die entgegengesetzte Seite des Körpers von Muskelschwäche befallen.

Eine merkwürdige Erscheinung ist, dass die Contractilität der Iris nach der oberflächlichen Verletzung eines Lobus opticus nicht verloren geht, während die vollständige Wegnahme eines Lobus opticus die Contractilität der Iris aufhebt; dahingegen mit der Verletzung eines Lobus opticus jedesmal das Gesicht auf der entgegengesetzten Seite verloren geht. Flourens erklärt diess daraus, dass eine unvollkommene Exstirpation der Lobi optici die Excitabilität der Sehnerven nicht aufhebt, weil sie nicht alle Wurzeln der Sehnerven zerstört. Von der Excitation der Sehnerven durch das Licht hängt aber die Bewegung der Iris ab; denn sobald Flourens die Sehnerven selbst reizte, entstand eine Contraction der Iris, und nach Durchschneidung der blossen Sehnerven zieht sich die Iris nicht mehr gegen Lichtreiz zusammen. Diese Erklärung ist auch richtig; indess lässt sich die Fortdauer der Bewegung der Iris gegen das Licht nach der oberflächlichen Verletzung des Lobus opticus einer Seite auch noch einfacher erklären. Denn zur Bewegung der Iris ist es allein schon hinreichend, dass der Sehnerve der andern Seite von dem Lichte gereizt wird, wie auch im gesunden Zustande die Iris des einen Auges auf die Reizung der Retina des andern Auges contrahirt wird. Durch die Untersuchungen von Hertwig (*Exp. de effectibus laesionum in partibus encephali. Berol.* 1826.) sind die Versuche von Flourens fast durchgängig bestätigt worden. Dieselben zeigten nämlich, dass die theilweise Verletzung eines der Vierhügel bei Säugethieren und Vögeln Muskelschwäche und Verlust des Gesichtes auf der entgegengesetzten Seite des Körpers hervorbringt, dass das Sehen nach einer theilweisen Verletzung der Vierhügel zwar auf eine Zeitlang verschwindet, aber dann wiederkehrt; dass die Bewegung der Iris durch theilweise Verletzung eines der Vierhügel nicht aufgehoben wird, sondern zuweilen fortdauert; dass durch die tiefere oder gänzliche Exstirpation der Vierhügel sowohl das Sehvermögen als die Contraction der Iris gänzlich verloren gehen; dass die Verletzung der Vierhügel in dem Auge fasst dasselbe bewirkt, als die Verletzung der Sehnerven; dass auf die Verletzung eines der Hügel eine Muskelschwäche auf der entgegengesetzten Seite des Körpers eintritt, aber einige Zeit darauf wieder verschwindet; dass mit dieser Verletzung auf einer Seite zugleich eine schwindelartige Bewegung der Thiere im Kreise entsteht; dass durch die Verletzung der Vierhügel bloss die genannten Erscheinungen, nicht aber irgend eine andere Störung z. B. des Gedächtnisses, des Bewusstseyns bewirkt wird.

Hertwig's Beobachtungen weichen nur darin von denen von Flourens ab, dass Hertwig bei Verletzung der Vierhügel keine

Convulsionen entstehen sah, daher es wahrscheinlich ist, dass Flourens abweichende Resultate von einem zu tiefen Eindringen abhängen.

### V. Vom kleinen Gehirne.

Ueber die Kräfte des kleinen Gehirns haben Rolando, Flourens, Magendie, Schoeps und Hertwig interessante Versuche angestellt. Aus den Untersuchungen von Rolando (*Journal de physiol.* 1823., *Saggio sopra la vera struttura del cervello, edit.* 3. *Torin.* 1828. 3 *Vol.*) ergiebt sich, dass die Abnahme der Bewegungen mit der Verletzung des kleinen Gehirns im geraden Verhältnisse steht, dass die Thiere durch diese Verletzung nicht betäubt werden, und ihre Empfindungskraft in allen Theilen behalten, dass sie aber die Kraft ihrer Muskelbewegungen verlieren. Die Thiere haben die Augen offen, sie betrachten alle Gegenstände, aber umsonst versuchen sie sich in der zur Ortsveränderung nöthigen Bewegung. Ein Thier, dem die eine Seite des kleinen Gehirns weggenommen ist, fällt auf dieselbe Seite, und kann sich auf dem Beine derselben Seite nicht mehr erhalten (?). Diese Beobachtungen bestimmten Rolando zu der unerweislichen Annahme, dass das kleine Gehirn das Erzeugungsorgan für das Nervenprincip sey, welches er mit dem elektrischen Principe vergleicht, und dass die abwechselnden Lagen von grauer und weisser Substanz, wie auch Reil glaubte, als eine galvanische Säule wirken. Die Versuche von Flourens sind in ihren Resultaten klarer und entscheidender. Er fand, dass die Thiere bei dem Abtragen des kleinen Gehirns keine Empfindungen zeigen (Versuche etc. p. 18.). Nahm er bei Vögeln Schnitt für Schnitt das kleine Gehirn weg, so trat Schwäche der Muskelbewegungen und Mangel an Uebereinstimmung derselben ein. Nach der Wegnahme der oberflächlichen und mittleren Lagen wurden die Thiere unruhig, ohne in Convulsion zu gerathen; sie machten heftige und ungeregelte Bewegungen, aber sahen und hörten. Als die letzten Lagen weggenommen wurden, verloren die Thiere die Fähigkeit zum Springen, Fliegen, Gehen, Stehen, zur Erhaltung des Gleichgewichtes. Wurde ein Vogel in diesem Zustande auf den Rücken gelegt, so konnte er nicht mehr aufstehen, er flatterte beständig und zeigte keine Betäubung; er sah den Streich, den man nach ihm führen wollte, und wollte ihn vermeiden. Es blieb also Wille, Empfindung und Besinnung, und nur die Kraft und Fähigkeit, die Bewegungen der Muskeln gruppenweise zweckmässig zu Ortsbewegungen zu verbinden, war verloren, und seine Anstrengungen zur Erhaltung des Gleichgewichtes waren wie die eines Trunkenen (a. a. O. p. 34.). Aus diesen Versuchen, die Flourens in allen Thierclassen übereinstimmende Resultate gaben, schliesst derselbe, dass das kleine Gehirn weder zu den sensoriellen, noch zu den intellectuellen Apparaten gehört, dass in ihm nicht die Quelle der willkührlichen Bewegungen liegt, dass es zwar zu den motorischen Apparaten gehört, dass es aber bei Verletzungen nicht wie andere motorische Apparate, Rückenmark

und verlängertes Mark, Convulsionen bewirkt, dass vielmehr durch seine Verletzung nur die Kraft der Bewegungen und die Fähigkeit, sie zweckmässig zu den Ortsbewegungen zu coordiniren, verloren geht. Wenn diese Ansicht richtig ist, so muss im kleinen Gehirne die Mechanik zu der gruppenweisen Erregung der Muskeln vorgebildet seyn, so dass jede Störung der Structur dieses Organes gleichsam die prästabilirte Harmonie zwischen diesem Centralapparate und den Muskelgruppen und ihren nervösen Leitern aufhebt. Bemerkenswerth ist noch, dass die Verletzungen des kleinen Gehirns immer ihre Wirkungen kreuzend auf der entgegengesetzten Seite des Rumpfes zeigen.

Diese Beobachtungen sind durch die Versuche von Hertwig bestätigt worden. Aus diesen ergiebt sich, dass das kleine Gehirn für sich nicht sensibel ist, durch seine Reizungen keine Convulsionen der Muskeln eintreten, dass seine ungestörte Wirkung zur Verbindung der Bewegungen für einen gewissen Zweck, z. B. des Fliegens, Stehens, Laufens, zur Erhaltung des Gleichgewichtes nöthig ist, dass die Verletzung desselben weder auf die Sinne, noch auf andere Functionen des Körpers Einfluss hat. Gleichwohl sah Hertwig, dass die Kraft des kleinen Gehirns nach einer theilweisen Zerstörung sich allmählig wieder herstellte. Die kreuzende Wirkung des kleinen Gehirns wird von Hertwig bestätigt.

Magendie sah, dass Igel und Meerschweinchen, denen er das grosse und auch das kleine Gehirn weggenommen hatte, sich noch die Nase mit den Vorderpfoten rieben, wenn man ihnen Essig unter die Nase hielt. Derselbe will nach der Verletzung des kleinen Gehirns beobachtet haben, dass die Thiere sich anstrengten, vorwärts zu gehen, und durch eine innere Gewalt genöthigt wurden, rückwärts zu gehen. Nach der Verletzung der Pedunculi cerebelli ad pontem und des Pons selbst auf einer Seite sah er constant, dass die Thiere sich nach derselben Seite herumwälzen. Diese Wirkung erfolgt sogar durch jeden Verticalschnitt, welcher die über dem vierten Ventrikel liegende Markmasse trifft, zeigt sich aber am stärksten nach Verletzung der Pedunculi ad pontem. Zuweilen sollen die Thiere 60 Mal in der Minute sich umdrehen, und er sah diese Bewegung acht Tage ohne Aufhören fortdauern. Diese Bewegungen sind keine Convulsionen, sondern werden willkührlich von dem Thiere ausgeführt, als wenn eine innere Gewalt es dazu nöthigte, oder als wenn es von Schwindel ergriffen wäre. Durch die Durchschneidung des Schenkels der andern Seite soll man das Gleichgewicht wieder herstellen können. Hertwig sah auch Drehungen nach rechts nach Verletzung des Pons auf der rechten Seite beim Hunde; dabei war das eine Auge nach oben, das andere nach unten gedreht. Derselbe beobachtete bei Verletzungen des Pons auf der Oberfläche mässigen Schmerz, und schreibt dem Pons eine kreuzende Wirkung zu. Convulsionen beobachtete er nach Verletzungen des Pons nicht.

Der Pedunculus cerebelli inferior (Corpus restiforme) gehört zum System des verlängerten Markes; nach seiner Verletzung treten nach Rolando's Versuch an einer Ziege Convulsionen ein.

wobei der Körper des Thieres auf die verletzte Seite sich krümmte. *Saggio ed.* 3. p. 128. Die Pedunculi cerebelli anteriores (ad Corp. quadrig.) bewirkten nach demselben Autor verletzt auch Convulsionen, die entgegengesetzten Extremitäten waren mehr bewegt; das Thier (Kaninchen) fiel nach Sprüngen immer auf die verletzte Seite.

Nach Gall soll das kleine Gehirn das Centralorgan des Geschlechtstriebes seyn. Diese Ansicht stützt sich nicht auf sichere Thatsachen. Burdach hat die hieher gehörigen Thatsachen zusammengestellt, a. a. O. 3. p. 423. Nach Burdach kömmt die Affection der Geschlechtstheile unter 17 Fällen von Fehlern des kleinen Gehirns, und unter 332 Fällen von Fehlern des grossen Gehirns einmal vor. In apoplectischen Fällen mit Erection hat man Bluterguss im kleinen Gehirne gefunden (Serres im *Journal de physiol.* 3. 114.). Dunglison beobachtete bei einer Entzündung des kleinen Gehirns mit seröser Ergiessung Priapismus. Bei Zerstörung des Rückenmarks in Thieren bewirkt man auch zuweilen Erection. Heusinger's Beobachtungen (Meckel's *Archiv.* 6. 551.), der bei zwei Vögeln, die plötzlich gestorben, einen strotzenden Zustand der Hoden und Blutergiessung im kleinen Gehirne fand, können wohl nicht als Beweise für Gall's Ansicht angeführt werden, und alle übrigen von Burdach angeführten Fälle von gleichzeitigen Krankheiten des kleinen Gehirns und der Genitalfunctionen beweisen im Grunde auch nicht viel. Die Coincidenz der Rückenmarkskrankheiten mit Affection der Genitalien ist noch häufiger. Auch steht die Entwickelung des kleinen Gehirns in keinem Verhältnisse mit der Energie des Geschlechtstriebes in der Thierwelt. Diess Organ ist bei den nackten Amphibien, wo es eine blosse Leiste über den vierten Ventrikel darstellt, ausserordentlich klein, und gleichwohl ist der Geschlechtstrieb dieser Thiere zum Sprüchworte geworden, obgleich bei den nackten Amphibien die Erection wegfällt. Gegen die Hypothese spricht ferner ein Präparat des anatomischen Museums zu Bonn von dem kleinen Gehirne eines Mannes, bei dem man bei der Section eine Atrophie der einen Hälfte des kleinen Gehirns fand. Siehe Weber in *nov. act. nat. cur.* 14. 111. Dieser Mann war an einer entzündlichen Krankheit gestorben, und hatte einen eher zu starken als zu schwachen Geschlechtstrieb; er war verheirathet und Vater von mehreren Kindern. Am merkwürdigsten sind aber die von Cruveilhier (*Anat. pathol. livr.* 15. 18.) mitgetheilten Thatsachen. In dem einen dieser Fälle, nämlich von einem 21jährigen Individuum, fanden sich zwei grosse tuberculöse Massen in der linken Hemisphäre des kleinen Gehirns, ohne paralytische Symptome, ohne Kopfschmerzen und ohne eine positive krankhafte Erscheinung in den Genitalien. Da dieses Individuum keine Neigung zu den Vergnügungen der Liebe gehabt haben soll, so könnte man diesen Fall als einen Beweis für die Gall'sche Hypothese ansehen. Indessen zeigt uns der zweite Fall eine Coincidenz des vollkommenen Mangels des kleinen Gehirns mit Neigung zur Mastupration; diess war ein elfjähriges Mädchen. Im 7. Jahre zeigte dieses Subject eine grosse Schwäche in den Ex-

tremitäten, Mangel an Intelligenz und eine undeutliche Articulation. Im elften Jahre, zur Zeit, wo das Individuum genauer beobachtet wurde, war die Schwäche in den Extremitäten so gross, dass es kaum die Beine bewegen konnte, die nichts von ihrer Sensibilität verloren hatten. Die Bewegung der Arme war gestattet; der intellectuelle Zustand war stumpfsinnig. Die Person starb an einer entzündlichen Krankheit. Die Fossae occipitales inferiores waren mit Serosität gefüllt. Statt des kleinen Gehirns fand sich nur eine kleine häutige Querbinde über dem verlängerten Marke, die jederseits in eine Haselnuss grosse Anschwellung überging. Der Pons fehlte durchaus, die Oliven waren undeutlich. Man sehe die Abbildung bei Cruveilhier *livr.* 15.

### VI. Von den Hemisphären des grossen Gehirns.

Schon die stufenweise Entwickelung der Hemisphären des grossen Gehirns bis zum Menschen, die Coincidenz der Atrophie und des Mangels der Windungen derselben mit Idiotismus zeigen, dass man in diesem Organsysteme des Gehirns den Sitz der höheren Seelenthätigkeiten suchen muss. Es ist aber auch direct durch Versuche bewiesen, dass dem so ist. Besonders sind Flourens Versuche auch in diesem Punkte sehr lehrreich geworden, und Hertwig's Versuche haben sie im Wesentlichen nur bestätigen können. Die Hemisphären des grossen Gehirns zeigen beim Anstich und Anschneiden selbst keine Empfindlichheit. Der Ort des Gehirns, wo die Empfindungen zu Vorstellungen gestaltet, die Vorstellungen aufbewahrt werden, um gleichsam als Schatten der Empfindung wieder zu erscheinen, ist selbst nicht empfindlich. Diese Erfahrung, die auch Hertwig machte, stimmt auch mit Erfahrungen am Menschen bei Kopfverletzungen überein; denn oft genug hat man schon beobachtet, wo man hervorgequollene Theile des Gehirns von den gesunden ablösen musste, dass diess auch bei einem Subjecte mit klarem Bewusstseyn ohne alle Empfindung geschehen kann. Bei der Verletzung der Hemisphären entstehen auch keine Convulsionen, sondern die einzige constante Folge jeder tiefern Verletzung der Hemisphären ist Blindheit des Auges der entgegengesetzten Seite, und Stumpfsinn. Dass die oberen Theile der Hemisphären keine Muskelzusammenziehungen bewirken können, hatten schon Haller und Zinn gefunden. Auch die Corpora striata, die Sehhügel bewirken gereizt nach Flourens keine Zuckungen, und Lorry hatte dasselbe schon von dem Corpus callosum ausgemittelt.

Die von Flourens und Hertwig über die Function der Hemisphären an verschiedenen Thieren angestellten Versuche stimmen im Allgemeinen sehr überein. Ich werde das sehr interessante Detail eines Versuches von Flourens an einer Taube mittheilen. Als Flourens der Taube die rechte Hemisphäre weggenommen hatte, war sie auf der entgegengesetzten Seite blind. Gleichwohl dauerte die Contractilität der Iris auf diesem Auge fort, aus Gründen, die schon oben p. 848. angegeben worden. In allen Theilen der entgegengesetzten Seite des Rumpfes zeigte sich eine

deutliche Schwäche. Diese Schwäche ist indess nach FLOURENS sowohl in Hinsicht des Grades als der Dauer eine veränderliche Erscheinung. Bei allen Thieren kommen die Kräfte bald wieder ins Gleichgewicht, und das Missverhältniss zwischen beiden Seiten stellt sich wieder her. Die Taube sah auf der verletzten Seite sehr gut, sie hörte, stand, ging, flog ohne Hinderniss. Nach Wegnahme beider Hemisphären entsteht Verlust des Gesichtes und Muskelschwäche, die jedoch weder bedeutend noch anhaltend ist. Eine solche Taube flog, wenn man sie in die Luft warf; sie ging, wenn man sie stiess. Die Iris war in beiden Augen beweglich; die Taube hörte nicht, sie bewegte sich nicht freiwillig, immer zeigte sie sich in der Art eines schlafenden Thieres, und wenn man sie reizte, so zeigte sie das Wesen eines erwachenden Thieres. In welche Lage sie nun auch gebracht wurde, so setzte sie sich ins Gleichgewicht; auf den Rücken gelegt, stand sie auf; Wasser, das man ihr in den Schnabel gab, trank sie; sie widerstrebte den Bemühungen, den Schnabel zu öffnen. FLOURENS vergleicht ein solches Thier mit einem Wesen, das immer zu schlafen genöthigt ist, aber selbst das Vermögen zu träumen verloren hat. Die Versuche an Säugethieren fielen fast eben so aus. HERTWIG's Versuche stimmen mit denen von FLOURENS überein. Er fand die Hemisphären des grossen Gehirns nicht empfindlich, und nur bei der Verwundung der Basis des Gehirns zeigte ein Hund Zeichen des Schmerzes. Ein Hund, dem HERTWIG beide Hemisphären weggenommen, bewegte sich nicht mehr freiwillig von dem Orte, wo er lag, sondern war ganz stumpfsinnig; angeregt, that er einige Schritte, sogleich fiel er aber wieder zu Boden und in Schlafsucht. Einen Schuss hörte er nicht. Eine Taube, welcher HERTWIG den obern Theil der Hemisphäre wegnahm, hatte Gesicht und Gehör verloren, und sass wie schlafend da. Er fütterte sie; Erbsen, die ihr bloss in den Schnabel gegeben wurden, verschlang sie nicht, wohl aber, wenn sie auf die Zunge gelegt wurden (Reflexion); die Muskeln waren wenig geschwächt; sie stand fest und flog, in die Luft geworfen. Dieser Zustand dauerte bis zum 15. Tage, wo das Gehör und die Empfindlichkeit grösstentheils wiederkehrten; diese Taube lebte drei Monate. Eine Henne, der beide Hemisphären bis fast auf die Basis ausgeschnitten waren, hatte Gesicht, Gehör, Geschmack, Geruch verloren, sass immer an einem Orte und gab kein Zeichen von sich, bis sie heftig angeregt, einige Schritte that. In diesem Sopor lebte das Thier ohne Wiederherstellung der Sinnesthätigkeit drei Monate. SCHOEPS hat ähnliche Versuche angestellt. MECKEL's *Archiv.* 1827.

Offenbar, wie aus diesen Versuchen und den Folgen des Drucks auf die Hemisphären des Menschen hervorgeht, sind diese Theile des Gehirns der Sitz der Seelenfunctionen, der Ort, wo die Empfindungen nicht bloss bewusst werden, sondern zu Anschauungen, Vorstellungen umgeschaffen, und von wo aus die Seelenthätigkeit als Aufmerksamkeit bald mehr diesem, bald jenem Theile der sensoriellen Einwirkungen sich zuwendet. Welcher Unterschied in Hinsicht der Kräfte der grauen und markigen Substanz

obwalte, ist gänzlich unbekannt. Mit der Ausdehnung der Oberfläche der Hirnwindungen nimmt offenbar die Capacität des Seelenvermögens in der Thierwelt zu; aber wir kennen nicht entfernterweise den Einfluss der grauen Rinde, in welche die unendliche Menge der Fasern des Stabkranzes zuletzt ausstrahlen. Welche Veränderung in den Markfasern oder der grauen Masse, oder dem sie beseelenden Principe vorgeht, wenn eine Vorstellung eine Impression auf die leicht veränderliche Materie des wunderbaren Baues macht, ist gänzlich unbekannt. Wir wissen nur, dass jede Vorstellung ein in dem Gehirne bleibender unveräusserlicher Eindruck ist, der in jedem Augenblicke wieder auftauchen kann, wenn die Thätigkeit der Seele sich ihm zuwendet, wenn die Aufmerksamkeit auf diesen Eindruck sich spannt, und dass nur die Unmöglichkeit, vielen Gegenständen zugleich aufmerksam zu seyn, jenes Vergessen erzeugt. Wir müssen uns alle diese Bilder im latenten Zustande als unvertilgbare Eindrücke des Gehirns denken. Eine Hirnverletzung kann einzelne oder alle verwischen. Man hat nach Hirnverletzungen das Gedächtniss für Hauptwörter, Zeitwörter und Lebensabschnitte schwinden und wiederkehren gesehen. Die Erhebung eines einzigen Bildes ins aufmerksame Bewusstseyn modificirt die Coexistenz und stört das Gleichgewicht aller übrigen; daher, wenn die jedesmalige Stärke der zugleich vorhandenen latenten Vorstellungen bekannt wäre, die durch eine Vorstellung hervorzurufende verwandte Vorstellung fast berechnet werden könnte, wenn nur die erste bekannt ist.

Dass es im Gehirne eine affective Provinz oder ein affectives Element gebe, bei dessen Anregung jede Vorstellung an affectiver Stärke schwellen kann, und welches bei seiner vorzugsweisen Thätigkeit jede auch noch so einfache Vorstellung zum affectiven leidenschaftlichen Zustande macht, und auch im Traume den Bildern affective Farben und Nüancen giebt, ist im Allgemeinen zwar wahrscheinlich, lässt sich aber weder im Allgemeinen streng beweisen, noch örtlich nachweisen. Noch viel weniger lässt sich aber beweisen, dass selbst ausser dem leidenschaftlichen Elemente der Seele auch die verschiedenen Richtungen der Geistesthätigkeiten und Leidenschaften ihren besondern Sitz in den Provinzen der Hemisphären haben. Dieser Ansicht von Gall, auf welche sich die Cranioskopie gründen soll, steht zwar aus allgemeinen Gründen keine Unmöglichkeit entgegen, aber es giebt durchaus keine Thatsachen, welche nur entfernter Weise die Richtigkeit einer solchen Ansicht im Allgemeinen und die Richtigkeit der Durchführung im Einzelnen zu erweisen im Stande wären. Es lässt sich keine Provinz des Gehirns nachweisen, worin das Gedächtniss, die Einbildungskraft u. s. w. ihren Sitz hätten. Immer kann das Gedächtniss durch Verletzung der Hemisphären an irgend einem Theile ihres Umfanges verloren gehen; und so ist es mit allen Hauptvermögen oder Richtungen der geistigen Thätigkeit. Bedenkt man auf der andern Seite die zum Theil ganz unpsychologischen, von Gall zusammengebrachten Urvermögen, so kann man diese durch nichts zu beweisenden

Willkührlichkeiten ohne Weiteres von dem Forum wissenschaftlicher Untersuchungen ausschliessen. Ganz interessant ist in dieser Hinsicht, was Napoleon über Gall's System gegen Las Cases äusserte: „er schreibt gewissen Hervorragungen Neigungen und Verbrechen zu, die nicht in der Natur vorhanden sind, die nur aus der Gesellschaft, aus der Convention hervorgehen. Was würde aus dem Organe des Diebstahls werden, wenn es kein Eigenthum gäbe; aus dem Organe der Trinksucht, wenn keine geistigen Getränke, aus dem Ehrgeiz, wenn es keine Gesellschaft gäbe." Obgleich Gall kein Organ der Trinksucht annahm, so ist doch diese Bemerkung in Beziehung auf die schlechte psychologische Grundlage der Gall'schen Organe richtig. Indessen wirft Napoleon's Bemerkung nur die Art der Durchführung, nicht das Princip des Gall'schen Systems um. Was das Princip betrifft, so ist gegen dessen Möglichkeit im Allgemeinen a priori nichts einzuwenden; aber die Erfahrung zeigt, dass jene Organologie von Gall durchaus keine erfahrungsmässige Basis hat, und die Geschichte der Kopfverletzungen spricht sogar gegen die Existenz besonderer Provinzen des Gehirns für verschiedene geistige Thätigkeiten. Nicht allein, dass die höheren und niederen intellectuellen Fähigkeiten, Denken, Vorstellen, Phantasie, Erinnern, an jeder Stelle der Oberfläche der Hemisphären durch Verletzung beeinträchtigt werden können; man hat auch oft genug gesehen, dass die verschiedenen Theile der Hemisphären die Thätigkeit der anderen bei den intellectuellen Functionen unterstützen können, und man hat bei Menschen, wo die Entfernung zerstörter Parthien der Oberfläche der Hemisphären nöthig war, öfter keine Aenderung in den moralischen und intellectuellen Eigenschaften derselben eintreten gesehen. Magendie hat vollkommen Recht, wenn er die Craniologie in eine Categorie mit der Astrologieund Alchymie stellt.

Was das Verhältniss beider Hemisphären zu einander betrifft, so scheint es, dass die Integrität einer Hemisphäre die andere bei den intellectuellen Functionen ersetzen kann. Wenigstens hat man in einigen Fällen beständige Zerstörungen in der einen Hemisphäre ohne Störung des Geistes schon vorgefunden, und Cruveilhier (*Livr.* 8.) hat den Fall einer Atrophie der ganzen linken Hemisphäre des grossen Gehirns in einem 42jährigen Manne bei ungestörtem Geistesvermögen mitgetheilt. Die atrophirte linke Hemisphäre hatte ohngefähr die Hälfte der Grösse der rechten, alle Theile der ersten sind gleichmässig atrophirt; daher sind das Crus cerebri, das Corpus mammillare, der Thalamus opticus, das Corpus striatum, der Ventrikel dieser Seite kleiner. Das kleine Gehirn war auf beiden Seiten ziemlich gleich ausgebildet; die rechte Hemisphäre ein wenig kleiner. In diesem Falle war die entgegengesetzte Seite des Rumpfes von Jugend auf unvollkommen gelähmt, so dass die Person noch an einem Stocke gehen konnte; die Glieder dieser Seite waren abgemagert.

Die Commissuren scheinen die Ursache der Einheit der Wirkungen beider Hemisphären zu seyn. Welcher Antheil dem Balken hierbei zukomme, ist noch nicht ganz gewiss;





doch scheint die Theilung desselben und des Fornix, nach einer Beobachtung von Reil (Reil's *Archiv.* 11. 341.) zur Ausübung der niederen Seelenthätigkeiten nicht nöthig. Reil fand diesen Mangel bei Erhaltung der Commissuren bei einer stumpfsinnigen Frau, die gleichwohl zu gewöhnlichen Aufträgen und Geschäften, wie Botenlaufen, fähig war. Dass man bei einer chronischen Hirnwassersucht mit Zerstörung des Balkens Blödsinn beobachtete, beweist wegen der Complication nicht viel. Indessen hat man bei Blödsinnigen schon Geschwülste und Hydatiden auf dem Balken gefunden, und La Peyronie beobachtete bei Verletzung des Balkens Verlust des Gedächtnisses. Die hieher gehörigen Beobachtungen findet man von Treviranus (*Biol.* 6. 258.) und Burdach a. a. O. gesammelt. Directe Versuche über die Bedeutung des Balkens sind noch wenige gemacht. Saucerotte durchschnitt den Balken bei einem Hunde; es erfolgte Betäubung mit heftigem Schütteln und Schluchzen. Das Thier sah und hörte, aber roch nicht, und empfand nicht an den Ohren, an der Nase und bei Verletzungen der Muskeln. Burdach 3. 486. Rolando machte dieselbe Operation an einer Ziege, a. a. O. 2. 218. Das Thier stand einige Zeit unbeweglich, wurde darauf unruhig und lief vorwärts. Es wurde zwei Tage erhalten; allmählig wurde es schwach, konnte sich kaum erheben, und zitterte am ganzen Körper, der kalt war.

Die Bedeutung der Hypophysis und der Zirbeldrüse sind so gut wie gänzlich unbekannt. Greding fand zwar bei Seelenkrankheiten öfter Krankheiten der Hypophysis; allein man hat in Geisteskrankheiten schon in allen Theilen des Gehirns Entartungen gefunden. Wenzel fand die Hypophysis bei Epileptischen öfter krankhaft. Burdach 3. 467. Descartes Hypothese, dass der Sitz der Seele in der Zirbel sey, ist längst vergessen und aufgegeben. Diese zeigt sich nach Georget's Erfahrungen in Geisteskranken sogar selten verändert. Burdach 3. 467.

Die Anwendung der Resultate der pathologischen Anatomie auf die Physiologie des Gehirns kann übrigens immer nur sehr beschränkt seyn. Wir kennen die Gesetze der Mittheilung zwischen den verschiedenen Hirntheilen nicht, und wir können nur im Allgemeinen für gewiss annehmen, dass eine organische Krankheit in einem Theile des Gehirns auch Veränderungen der Function anderer Hirntheile nach sich zieht; ohne dass wir immer aus diesen und den pathologisch-anatomischen Resultaten sichere Schlüsse machen dürften. Degenerationen in den verschiedensten Theilen des Gehirns, welche nach den Versuchen nicht unmittelbar mit den Centralorganen des Sehsinnes zusammenhängen, bewirken gleichwohl oft Blindheit; diess darf uns um so weniger wundern, als wir selbst in Rückenmarkskrankheiten, wie bei der Tabes dorsalis, öfter Amblyopie erfolgen sehen. Dasselbe gilt von der Bedeutung der organischen Veränderungen der verschiedenen Hirntheile in Beziehung auf die Geisteskrankheiten, bei welchen sich öfter Degeneration in Hirntheilen vorgefunden hat, die nicht der wesentliche Sitz der intellectuellen Functionen sind. Die verdienstlichen Sammlungen und Berechnungen, welche Burdach über die Coincidenz der Degenerationen der Gehirntheile mit

gewissen Veränderungen der Functionen gegeben hat, liefern für das Ebengesagte eine Fülle von Beispielen. Ferner muss bemerkt werden, dass eine chronische Veränderung im Gehirne, wenn sie bloss durch Druck wirkt, und keine volle Atrophie der gedrückten Theile erzeugt, durch ihre allmählige Entwickelung die afficirten Theile vorbereiten und an ihr Daseyn gewöhnen kann. Daher der grosse Unterschied der plötzlichen und chronischen Verletzungen des Gehirns in Hinsicht der Folgen. So konnten z. B. so wichtige Theile, wie die Varolsbrücke und die Hirnschenkel, durch eine langsam sich entwickelnde perlartige Fettgeschwulst in ihren Wirkungen nicht wesentlich verändert werden, wie ein von Cruveilhier (*Anat. path. livr.* 2.) mitgetheilter Fall beweist, in welchem weder die Bewegung, noch die Empfindung alterirt waren.

### VII. Mechanik des Gehirns und Rückenmarkes.

Unter Mechanik des Gehirns und Rückenmarkes versteht man hier die Gesetze, nach welchen die Verbreitung und Leitung der Wirkungen in den Faserungen des Gehirns und Rükkenmarkes erfolgt; wir reden also hier auch wieder in demselben Sinne von Mechanik, wie die Physik bei der Mechanik des Lichtes. So ausgebildet bereits die Mechanik der Nerven ist, so dunkel ist die der Centraltheile; die Primitivfasern der Nerven in derselben Scheide zusammenliegend, theilen sich ihre Zustände nicht mit, und wirken isolirt von den peripherischen Theilen zu den Centraltheilen und von diesen zurück. Wenn, wie es wahrscheinlich gemacht worden, diese Fasern Röhren sind, worin das Nervenmark enthalten ist, so scheinen die Wände dieser Röhren für ihren Inhalt isolirend zu seyn. Die Gehirn- und Rückenmarksfasern verhalten sich ganz anders; das Mark ist bei ihnen nicht in so deutlichen Schläuchen enthalten, und zwischen ihnen hat man, besonders in der grauen Substanz, noch eine ungefaserte körnige Masse beobachtet, welche die Leitung von einer zur andern Faser einigermaassen zu erleichtern scheint, auch da, wo keine Communicationen der Fasern stättfinden. Daher vielleicht die Mittheilbarkeit der Zustände des Gehirns und Rückenmarkes, die Erscheinungen der Reflexion von den Empfindungswurzeln auf die in Hinsicht des Ursprunges nahen Bewegungswurzeln. Hierauf wurde bereits in der vorigen Auflage dieser Schrift Werth gelegt. Nichts destoweniger erfolgt die Leitung in den Faserungen des Rückenmarkes in der Regel immer leichter in der Richtung der Fasern als in abweichenden Richtungen; sonst wäre die motorische Excitation der Ursprünge gewisser Nerven des Rumpfes, und die kreuzende Wirkung des Gehirns auf die Spinalnerven nicht möglich. Die Gesetze der Leitung der grauen Substanz im Innern des Gehirns und Rückenmarkes und auf der Oberfläche des grossen Gehirns sind uns gänzlich unbekannt. Auch müssen wir uns bescheiden, die Mitwirkungen der Faserungen bei allen intellectuellen Functionen des Gehirns von unseren Betrachtungen gänzlich auszuschliessen.

Ausser der Reflexion der Wirkungen von den Empfindungsfasern auf die Bewegungsfasern durch das Rückenmark, deren Thatsachen p. 717. erläutert worden, deren Erklärung aus der Structur des Rückenmarkes und Gehirns noch nicht möglich ist, hat die Mechanik des Gehirns und Rückenmarkes, die in den Centraltheilen wirkenden motorischen Apparate, vorzüglich aber die Wege der Leitung bei den Empfindungen und Bewegungen, die hierbei statt findende Kreuzung zu untersuchen.

Unter den motorischen Apparaten müssen wir diejenigen, deren Verletzung Zuckungen hervorbringt, von denjenigen unterscheiden, deren Verletzung die Kraft der Bewegung vermindert, ohne dass Zuckungen entstehen. Diess ist eine wichtige Unterscheidung, die wir Flourens verdanken, und welche einst für die Pathologie der Hirnkrankheiten von Wichtigkeit werden dürfte. In die erste Classe gehören nach Flourens und Hertwig's Versuchen nur die Vierhügel, das verlängerte Mark und das Rückenmark; in die letzte Classe alle sonst im Gehirne enthaltenen motorischen Apparate, namentlich die Sehhügel, gestreiften Körper, überhaupt das grosse Gehirn, so weit es auf Bewegung Einfluss hat, ferner Pons Varolii und kleines Gehirn. Nach der Verletzung dieser Theile nimmt die Kraft der Bewegung ab, aber es entstehen keine Zuckungen, während nach Verletzung des verlängerten Markes und Rückenmarkes unfehlbar Zuckungen erfolgen. Obgleich nun bei der Wechselwirkung der verschiedenen Theile des Gehirns wahrscheinlich auch andere Theile, als das verlängerte Mark und die Vierhügel, in Krankheiten sympathisch Zuckungen bewirken können, wie auch die Pathologie bestätigt: so geht doch aus den oben mitgetheilten Thatsachen so viel hervor, dass, wenn die Kraft beweglicher Theile aus Krankheitsursachen in den Centraltheilen abgenommen hat, diese Ursachen eben so gut in den gestreiften Körpern, Thalami optici, Hemisphären, Pons, Cerebellum, Medulla oblongata, Medulla spinalis, liegen können, dass aber, wenn Krampf oder Zuckung und Lähmung ihre Ursache in den Centraltheilen haben, diese viel eher in den Vierhügeln, im Rückenmark und verlängerten Mark, als in den übrigen der oben genannten Theile zu suchen ist.

Ein anderer für die Mechanik der Centraltheile wichtiger Umstand ist die Kreuzung der Wirkungen. Aus den über die Verwundung des Rückenmarkes und verlängerten Markes bei Thieren angestellten Versuchen und aus pathologischen Beobachtungen ergiebt sich, dass die Wirkungen dieser Theile auf die Nerven sich nicht kreuzen. Eine Verletzung des verlängerten Markes oder des Rückenmarkes bewirkt immer Zuckung oder Lähmung auf derselben Seite. Diess ist für das Rückenmark leicht erklärlich, weil es in ihm keine Kreuzung der Fasern von rechts nach links und umgekehrt giebt. In Hinsicht des verlängerten Markes ist das Ergebniss der Versuche von Flourens, Hertwig nicht ganz mit der Structur übereinstimmend; denn da von den Strängen des verlängerten Markes wenigstens die Pyramiden sich kreuzen, die anderen Stränge aber auf derselben Seite des Rük-

kenmarkes fortgehen, so sollte man erwarten, dass je nach der Art der verletzten Theile des verlängerten Markes bald eine kreuzende, bald eine gleichseitige Wirkung erfolge. Lorry hatte in der That auch beobachtet, dass bei Verwundungen des verlängerten Markes die Zuckungen stets auf der verwundeten, die Lähmungen auf der entgegengesetzten Seite seyen. Indess sind die Resultate der Versuche von Flourens und Hertwig durchaus dagegen. Aber man muss bedenken, dass die Versuche meist wohl nur an den sich nicht kreuzenden seitlichen Strängen des verlängerten Markes angestellt wurden; und es ist sehr wahrscheinlich, dass, wenn eine Verwundung die Pyramiden des verlängerten Markes über der Kreuzung trifft, auch Kreuzung der Wirkungen erfolgen wird. Die Wirkungen des kleinen Gehirns, der Vierhügel, der Hemisphären und der darin enthaltenen Theile ist fast immer kreuzend; die Verletzung des kleinen Gehirns, der Vierhügel und der Hemisphären des grossen Gehirns bewirkt immer die Schwäche auf der entgegengesetzten Seite, die Verletzung der Hemisphären, der Vierhügel bewirkt Blindheit auf der entgegengesetzten Seite. Diess ist das allgemeine Resultat der Versuche von Flourens und Hertwig. Von dem grossen Gehirne hatten diess schon theils Versuche, theils pathologische Beobachtungen von Caldani, Arnemann, Valsalva, Wenzel u. A. erwiesen. Siehe Treviranus *Biol.* 6. 117. Burdach a. a. O. 3. 365. Magendie sagt dasselbe von den Hemisphären, und er bewirkte durch Exstirpatien eines Auges bei Vögeln sogar in kurzer Zeit Atrophie des entgegengesetzten Lobus opticus. Die Vierhügel zeigen bei Verletzungen derselben die kreuzende Wirkung nach Flourens vorwärts und rückwärts, nach vorn auf die Augen, nach hinten auf die anderen Theile des Körpers. Mit diesem Resultate stimmen auch die meisten pathologischen Beobachtungen überein; und man hat nur selten Ausnahmen beobachtet, welche Treviranus (*Biol.* 6.) und Burdach zusammengestellt haben. Aus Burdach's Zusammenstellung von 268 Fällen mit einseitiger Abnormität des Gehirns ergiebt sich, dass auf diese Zahl 10 Fälle mit Lähmung beider Seiten, und 258 mit Hemiplegie kommen, und dass unter diesen nur 15 mit gleichseitiger Lähmung sind. Die Convulsionen waren in 25 Fällen gleichseitig, in 3 Fällen ungleichseitig.

Nach diesen Thatsachen lässt sich wohl die Entstehung des alten, schon von Hippocrates an geltenden Dogma erklären, dass bei Gehirnwunden die Convulsion auf der verwundeten, die Lähmung auf der entgegengesetzten Seite sey. Man kann nämlich durch eine gewisse Art der Hirnverwundung beide Erfolge zugleich erzeugen, indem man Lähmung bedingende und Zuckung bedingende, kreuzende und nicht kreuzende Theile verletzt. Niemand hat diese Verhältnisse mehr aufgeklärt als Flourens. Durch Verletzung des Rückenmarkes und des verlängerten Markes bewirkt man Lähmung und Zuckung auf derselben Seite, durch Verletzung der Vierhügel Lähmung und Zuckung auf der entgegengesetzten Seite. Durch Verletzung der Thalami, Corpora striata, Hemisphären des grossen und kleinen Gehirns bewirkt man Lähmung

auf der entgegengesetzten Seite ohne Zuckung. Wird aber das kleine Gehirn und das verlängerte Mark zugleich auf einer Seite verwundet, so hat man lähmungsartige Schwäche auf der entgegengesetzten, und Zuckung und Lähmung auf derselben Seite. Siehe Flourens a. a. O. p. 108. So viel Licht indess die Versuche von Flourens über die Kreuzung der Lähmungen und Convulsionen werfen, so scheint derselbe doch aus seinen Versuchen zu viel gegen die Möglichkeit von gleichseitigen Convulsionen bei Hirnfehlern auf einer Seite geschlossen zu haben. Es ist zu auffallend, dass in Burdach's Zusammenstellung von einseitigen Hirnfehlern die Convulsion in 25 Fällen gleichseitig, nur in 3 Fällen ungleichseitig erfolgte; unter diesen Beobachtungen sind uns gerade diejenigen von Wichtigkeit, wo bei ungleichseitiger Lähmung gleichseitige Convulsion erfolgte. Bei Fehlern in dem Corpus striatum einer Seite kommen auf 36 Fälle von ungleichseitiger Lähmung 6 Fälle mit gleichseitiger Convulsion, und keine mit ungleichseitiger Convulsion vor. Diess dürfte ziemlich deutlich für den alten Satz sprechen, dass, wenn bei einseitigen Hirnfehlern mit ungleichseitigen Lähmungen Convulsionen vorkommen, diese leichter gleichseitig als ungleichseitig sind.

Die Erklärung der kreuzenden Wirkung durch die Kreuzung der Fasciculi pyramidales des verlängerten Markes liegt zu nahe, als dass sie nicht seit der Kenntniss dieser Kreuzung als Ursache der kreuzenden Hirnwirkungen angenommen worden wäre. Es beweist auch die Kreuzung dieser Fascikel in Uebereinstimmung mit der kreuzenden Wirkung des Gehirns auf den Rumpf, dass die Pyramiden unter den Strängen des verlängerten Markes vorzüglich es sind, welche den motorischen Einfluss vom Gehirn auf den Rumpf leiten. Da indess die übrigen Fascikel des verlängerten Markes sich nicht kreuzen, so fehlt es auch nicht an einem Erklärungsgrunde für die ausnahmsweise stattfindende gleichseitige Wirkung des Gehirns auf den Rumpf.

Eine ganz besondere Schwierigkeit bietet das Verhalten der Hirnnerven in Beziehung auf Kreuzung und Nichtkreuzung der Wirkungen dar. Denn da diese grösstentheils über der Kreuzung der Pyramiden ihren Ursprung nehmen, so lässt sich die Kreuzung der Pyramiden auch nicht als Erklärung der kreuzenden Wirkung der Hirnverletzungen auf die Hirnnerven annehmen; und was die Sache noch verwickelter macht, ist der Umstand, dass die Hirnnerven beim Menschen wenigstens eben so häufig eine gleichseitige, als eine kreuzende Wirkung des Gehirns erfahren. Ich verweise in dieser Hinsicht auf die von Burdach mit einem bewunderungswürdigen Fleisse zusammengestellten Thatsachen. Bei einseitigem Hirnfehler erfolgte Lähmung der Gesichtsmuskeln in 28 Fällen auf der entgegengesetzten Seite, in 10 Fällen auf derselben Seite. Lähmung des Augenliedes erfolgte gleichseitig in 6, kreuzend in 5 Fällen; Lähmung der Augenmuskeln gleichseitig in 8, kreuzend in 4 Fällen; Lähmung der Iris gleichseitig in 5, kreuzend in 5 Fällen. Burdach 3. 372. Die Zunge ist in der Regel gegen die gelähmte Seite des Gesichts hingezogen. Burdach 3. 377.

Beim Menschen beobachtet man in Hirnfehlern eben so oft eine gleichseitige als eine kreuzende Lähmung des Auges. Burdach. 3. 378. Da zu der Zusammensetzung des Sehnerven jedes Auges beide Hemisphären beitragen, indem jede Sehnervenwurzel im Chiasma Fasern für beide Augen abgiebt, so ist die Gleichzahl der kreuzenden und nicht kreuzenden Wirkung leicht einsichtlich. Aber nach der Theorie sollte durch einen einseitigen Hirnfehler weder eine kreuzende noch eine gleichseitige Blindheit, sondern halbseitige Lähmung der Markhäute beider Augen, also Halbsehen erfolgen; indem die linke Sehnervenwurzel in den linken Theil der Sehnerven beider Augen, die rechte Sehnervenwurzel in den rechten Theil der Sehnerven beider Augen im Chiasma übergeht. Man hat zwar schon öfter Halbsehen als vorübergehendes Symptom beobachtet. Siehe Mueller's *Physiol. d. Gesichtsinnes.* p. 93. Aber bei einseitigen Hirnfehlern kömmt nicht Halbsehen, sondern in der Regel Blindheit des einen, oder des andern, oder beider Augen vor. Sehr merkwürdig ist der Unterschied des Menschen und der Thiere, dass bei ersterem Hirnfehler eben so leicht eine gleichseitige als eine kreuzende Blindheit hervorbringen, während bei den Thieren immer auf einseitige Hirnverletzungen kreuzende Blindheit eintritt. Diess erklärt sich indess aus der bei den Thieren verschiedenen Mischung der Fasern in dem Chiasma der Sehnerven. Bei den Thieren scheint der grösste Theil der Fasern kreuzweise zur entgegengesetzten Seite zu gehen, und diess ist wohl durch den Umstand nothwendig bedingt, dass die Thiere mit dem grössten Theile der Sehfelder ihrer divergirenden Augen ganz verschiedene Gegenstände sehen. Nur die mittlern Objecte zwischen beiden Augen werfen ihr Bild auf beide Augen; also nur ein kleiner Theil des Sehfeldes beider Augen ist identisch. Beim Menschen aber sehen die geometrisch correspondirenden Theile beider Markhäute bei der gewöhnlichen Stellung beider Augen immer dasselbe Object. Diese geometrisch übereinstimmenden Theile ihrer Sehnervenhaut haben nur eine Empfindung trotz zwei Organen. Und damit stimmt der Bau des Chiasmas beim Menschen überein, dass nämlich jede Sehnervenwurzel die äusseren Fasern des Sehnervens derselben Seite, und die inneren Fasern des entgegengesetzten Sehnervens abgiebt. Vergl. oben p. 716.

Aus den vorher entwickelten Thatsachen der Mechanik des Gehirns, und aus den schon in der Lehre vom Rückenmark aufgestellten Grundsätzen der Mechanik desselben lässt sich nun eine Classification der Lähmungen und Krämpfe in Hinsicht ihres Ursprunges geben.

*A.* Lähmungen. Die Lähmungen sind theils Nervenlähmungen, die ihren Sitz bloss in einem einzelnen Nerven und nicht im Gehirne und Rückenmarke haben, theils Hirn- und Rückenmarkslähmungen. Die ersteren entstehen durch alle Ursachen, welche in den Nerven örtlich die Leitung aufheben, wie rheumatische Affection, Durchschneidung, Geschwülste der Nerven etc. Bei den letzteren ist die Ursache nicht in den Nerven, sondern

in den Centraltheilen zu suchen. Die meisten Lähmungen sind Hirn- und Rückenmarkslähmungen. Von diesen ist hier zunächst die Rede. Diese Lähmungen sind theils halbseitig, Hemiplegie, theils Querlähmungen, Paraplegie; im erstern Falle ist die lähmende Ursache auf einer Seite des Gehirns oder Rückenmarkes, im letztern ist sie entweder auf beiden Seiten, oder auch auf einer von beiden, denn eine Querlähmung erfolgt auch öfters, wenn auch die Ursache nur auf einer Seite des Gehirns ist.

1) Rückenmarkslähmungen. Sie haben das Eigenthümliche, dass der Sitz der Lähmung in der Regel aus dem Umfange der gelähmten Theile berechnet werden kann. Denn bei Rückenmarksverletzungen sind in der Regel alle Theile gelähmt, welche unter der verletzten Stelle des Rückenmarkes von der Fortsetzung des verletzten Stranges Nerven erhalten. Bei einer Rückenmarkslähmung mit blosser Lähmung der unteren Extremitäten, der Schliessmuskeln ist in der Regel der untere Theil des Rükkenmarkes leidend; liegt die Ursache höher, so ist der Umfang der gelähmten Theile grösser. Eine lähmende Ursache unter dem vierten Halsnerven lähmt die oberen Extremitäten allein oder mit allen tieferen Theilen; aber nicht den N. phrenicus. Eine höhere Verletzung lähmt auch diesen Nerven. Eine lähmende Ursache an der Medulla oblongata lähmt den ganzen Rumpf und auch die von der Medulla oblongata entspringenden Kopfnerven. Ich kenne einen Fall von Krankheit der Medulla oblongata von Druck einer kleinen Geschwulst, wo eine unvollkommene Lähmung allmählig an allen Muskeln des ganzen Körpers zugleich eintrat, und sowohl die Arme als die Beine, die Zunge, wie die Augen und Gesichtsmuskeln afficirt waren. Im Allgemeinen gilt bei Rückenmarkslähmungen die Richtschnur, dass die Höhe der gelähmten Theile nach dem Ursprunge ihrer Nerven den Sitz der verletzten Stelle des Rückenmarkes andeutet. Bei einer Verletzung des Lendentheiles des Rückenmarkes sind nothwendig die unteren Extremitäten gelähmt, und niemals die oberen Extremitäten. Bei einer Lähmung der Arme von Rückenmarksleiden reicht die Ursache sicher über den Ursprung der Armnerven hinauf, deswegen brauchen aber nicht die unteren Extremitäten zugleich gelähmt zu seyn. Immer ist die Wirkung auf derselben Seite wie die Ursache. Ist die Empfindung gelähmt, so ist es wahrscheinlich, aber nicht gewiss, dass die Ursache in den hinteren Strängen des Rückenmarkes sey; ist die Bewegung gelähmt, so ist sie häufiger, aber nicht constant in den vorderen Strängen. Siehe oben p. 814.

Diese Lähmungen sind bald vollkommene, bald unvollkommene, Paresis. Bei den vollkommenen ist die Leitung des Hirneinflusses an einer Stelle des Rückenmarkes aufgehoben, bei den unvollkommenen ist die Leitung vorhanden, der Wille wirkt auf alle Muskeln, aber die Kraft erlischt, wie bei der Atrophie des Rückenmarkes, Tabes dorsalis.

2) Hirnlähmungen. Sie können sich an jedem Theile des Rumpfes, am Gesicht, wie an den oberen und unteren Extremi-

täten äussern. Eine Lähmung der Wadenmuskeln oder der Schliessmuskeln kann daher eben so gut eine Rückenmarks- als eine Hirnlähmung seyn. Dass es eine Hirnlähmung sey, kann erst daraus geschlossen werden, dass zu den gelähmten Theilen und Functionen auch solche gehören, die von Hirnnerven abhängig sind, wie die Augenmuskeln, das Sehvermögen des Auges, das Gehör, die Sprache oder Bewegung der Zunge, die Gesichtsmuskeln u. s. w.; diese Lähmungen sind auch wieder Lähmungen der Empfindung, oder der Bewegung, oder beider zugleich. Bei den Lähmungen der Bewegung kann die Ursache in den gestreiften Körpern, in den Thalami, in den Decken der Hemisphären selbst, in den Vierhügeln, im Pons, in der Medulla oblongata, im kleinen Gehirne seyn. Serres, Bouillaud, Pinel-Grand-Champ behaupten nach ihren Beobachtungen, dass die Lähmung der vorderen Extremitäten öfter von Verletzung der Thalami, die Lähmung der hinteren Extremitäten öfter von Degenerationen der Corpora striata abhänge; diess ist keineswegs festgestellt. Bei den Lähmungen der Empfindung kann die Ursache sehr verschiedene Sitze haben. Blindheit erfolgt am häufigsten von Degeneration der Hemisphären, besonders der Thalami, ferner der Corpora quadrigemina; Mangel der Gefühlsempfindung bei Krankheiten der Medulla oblongata. Die Lähmung ist bald vollkommen, bald unvollkommen; Theile, welche verletzt am leichtesten die Kraft der Bewegung rauben, sind die Corpora striata, Thalami, die Schenkel des grossen Gehirns, Pons. Unvollkommene Lähmung erfolgt am leichtesten von Krankheiten der Hemisphären des grossen Gehirns und Krankheiten des kleinen Gehirns. Theile des Gehirns, welche ausser Lähmung auch leicht Krämpfe erzeugen, sind die Vierhügel, die Medulla oblongata und die Basilartheile des grossen Gehirns. Die Wirkungen der lähmenden Ursache erfolgen an dem Rumpfe in der Regel kreuzend, an dem Kopfe eben so oft gleichseitig als kreuzend.

*B.* Convulsionen. Sie haben ihre Ursache theils in den Nerven, theils in dem Gehirne, theils im Rückenmarke.

1) In den Nerven. Hieher gehören die durch örtliche Nervenkrankheiten, Nervengeschwülste, Neuralgien, oder überhaupt heftige Empfindungen, und bei Kindern durch alle örtlichen Krankheiten erregten Convulsionen von Leitung der centripetalen Erregung auf das Rückenmark und Gehirn, und Reflexion auf die motorischen Nerven.

2) Im Rückenmarke. Die Gesetze, nach welchen die Lähmungen erfolgen, gelten auch hier für die Convulsionen.

3) Im Gehirne. Eben so verhält es sich mit dem Gehirne, nur ist zu bemerken, dass die Hemisphären des grossen Gehirns, des kleinen Gehirns, des Pons mehr zu den Lähmung bedingenden, die Vierhügel und die Medulla oblongata zu den Lähmung und Convulsion bedingenden Theilen des Gehirns gehören.

Nachdem wir die Gesetze der Mechanik des Gehirns und Rückenmarkes bisher bei der Fortpflanzung der Wirkungen untersucht haben, wenden wir uns zuletzt zu den aus dem aufge-

hobenen Gleichgewicht der Hirnwirkungen erfolgenden statischen Erscheinungen. Nach Verletzung gewisser Theile des Gehirns treten Erscheinungen ein, als wäre das Gleichgewicht von Kräften aufgehoben, die sich nun einseitig äussern. Diese Erscheinungen bilden eine ganz besondere Classe. Man zerstört einen Theil, und der gleichnamige der andern Seite scheint darauf in eine verstärkte Wirkung zu treten. Das Drehen der Thiere im Zirkel nach einer Seite tritt nach Magendie nach Verletzungen der Brücke auf einer Seite ein; Schnitte in den linken Theil des Pons verursachen das Drehen nach der linken Seite und umgekehrt. Hat man die drehende Bewegung des Thieres nach einer Seite durch Verletzung des Pons auf derselben Seite bewirkt, so kann man diese Bewegung dadurch aufheben, dass man die Brücke auch auf der andern Seite durchschneidet. Hertwig sah nach Durchschneidung des Pons auf einer Seite nicht allein die Zirkelbewegung, sondern auch, dass beide Augen verdreht wurden, indem das eine nach oben, das andere nach unten gewandt war. Nach querem Durchschnitt in die Brücke konnte ein Hund zwar stehen, konnte aber keinen Schritt thun, ohne zu fallen; die willkührlichen Bewegungen waren nicht aufgehoben und die Empfindungen unverändert.

Die Durchschneidung der Schenkel des kleinen Gehirns zur Brücke bewirkt nach Magendie ebenfalls ein Herumwälzen der Thiere nach der Seite. Diese Bewegung soll zuweilen so schnell erfolgen, dass das Thier mehr als 60 Umdrehungen in der Minute macht. Magendie will diese Bewegungen acht Tage lang fortdauernd gesehen haben, ohne dass sie einen Augenblick aufgehört hätten.

Nach Wegnahme der gestreiften Körper auf beiden Seiten tritt nach Magendie's Versuchen bei den Thieren ein unwiderstehlicher Trieb, vorwärts zu entfliehen, ein, der sich auch nach dem Verluste des Gesichtes zeigen soll.

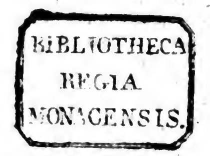
Magendie hat auch nach Verletzungen des kleinen Gehirns bei Säugethieren und Vögeln eine Neigung zu Rückwärtsbewegungen bemerkt; dieselbe Erscheinung soll zuweilen nach Verletzungen des verlängerten Markes erfolgen; so sah Magendie Tauben, denen er eine Nadel in das verlängerte Mark gestochen, länger als einen Monat immer rückwärts gehen; er erzählt, dass sie sogar rückwärts flogen. Endlich will Magendie bei gewissen Verletzungen des verlängerten Markes eine Tendenz zur Kreisbewegung wie auf der Reitbahn, entweder nach rechts oder links, bemerkt haben. Diess sah er bei einem 3—4 Monate alten Kaninchen, wo er die vierte Hirnhöhle blosslegte, das kleine Gehirn aufhob, und einen senkrechten Einschnitt in die Rautengrube 3—4 Millim. von der Mittellinie machte; beim Einschnitte nach rechts drehte sich das Thier rechts herum.

Aus diesen wichtigen Thatsachen schliesst Magendie auf gewisse im Gehirne vorhandene Impulse zu Bewegungen, wovon der eine nach vorn, der andere nach hinten, der eine nach rechts, der andere nach links das Thier zu Bewegungen bestimmen, de-

ren Detail es willkührlich ausführt, und welche sich im Zustande der Gesundheit das Gleichgewicht halten. Ob diese Erklärung richtig sey, lässt sich jetzt nicht entscheiden. Man sieht leicht ein, dass ein Thier zu solchen Bewegungen auch bestimmt werden kann, wenn durch die Art der Verletzung eine gewisse einseitige Art der Bewegung des Nervenprincipes im Gehirne einträte, in den Sinnen als scheinbare Schwindelbewegung entweder der Objecte oder seines eigenen Körpers, welchen das Thier entweder zu widerstehen sucht oder welchen es schwindelnd folgt.

Die zuletzt betrachteten Erscheinungen aus der Statik der Nerven sind motorischer Art; es giebt aber auch ähnliche Erscheinungen sensorieller Art. Es giebt Einwirkungen auf das Gehirn, welche keine rotatorischen Bewegungen, sondern rotatorische Empfindungen hervorrufen. Hieher gehören die rotatorischen Schwindelempfindungen, welche am meisten vom Gesichtssinne bekannt sind. Es ist eine bekannte Thatsache, dass, wenn man sich eine Zeitlang schnell um seine Achse dreht, man nicht allein die Besinnung zu verlieren anfängt, sondern auch beim Stehenbleiben dann die Gegenstände selbst sich in derselben Richtung zu drehen scheinen. Ueber diese Erscheinungen hat Purkinje sehr merkwürdige Beobachtungen angestellt, und in den medicinischen Jahrbüchern des Oesterreichischen Staates Bd. 6. mitgetheilt. Es geht daraus hervor, dass man die Richtung der Rotation der Bilder durch die Stellung des Körpers und insbesondere des Gehirns, und die spätere Stellung desselben beim Stehenbleiben modificiren kann. Es steht in der Gewalt des Experimentators, eine horizontale oder verticale, oder schiefe Kreisbewegung, oder eine tangentiale Scheinbewegung der Gegenstände durch Drehung des Körpers zu bewirken. Nur wenn der Kopf die gewöhnliche aufrechte Stellung beim Drehen hat, erfolgt beim Stehenbleiben bei aufrechtem Kopfe die horizontale Kreisbewegung der Gegenstände; hält man aber den Kopf beim Drehen hinten über, und stellt ihn beim Stillstehen gerade, so ist die Scheinbewegung wie die eines Rades um die Achse in einem vertical gestellten Kreise, und so kann man die Scheinbewegung jedesmal nach dem Unterschiede in der Lage des Durchschnittes des Kopfes beim Drehen und beim Stillstehen ändern. Wenn aber der Körper auf einer Scheibe liegend mit dieser gedreht wird, entsteht auch eine tangentiale Scheinbewegung. Aus der Wiederholung dieser Versuche ergiebt sich, dass der Durchschnitt des Kopfes, als einer Kugel, um deren Achse die wahre Bewegung geschah, jedesmal die Scheinbewegung der Gegenstände, bei der nachmaligen Lage des Kopfes, während des Stehenbleibens bestimmt. Purkinje schliesst aus diesen merkwürdigen Versuchen, dass durch die Drehung des Kopfes und ganzen Körpers die Theilchen des Gehirns dieselben Bewegungstendenzen, wie die Theilchen einer geschwungenen Scheibe erhalten müssen, und dass diese Störung ihrer Ruhe sich durch die scheinbaren Schwindelbewegungen äussert. Man kann sich das Phänomen vielleicht besser so versinnlichen, dass man es von den Eindrücken

des Blutes auf die Hirnmasse in einer Richtung ableitet. Es wäre indess auch möglich, dass durch die Drehungen eine Aberration eines feineren Principes, als der Hirntheilchen oder des Blutes, durch Aufheben des Gleichgewichtes der Kräfte eine Aberration des Nervenprincipes selbst stattfände, welche den Sinnen als Scheinbewegung der Gegenstände vorkömmt. Wenigstens bewirken Narcotica ohne mechanische Störungen auch Schwindelbewegungen. Jedenfalls bieten diese Erscheinungen eine sehr interessante Parallele sensorieller Phänomene zu den vorher beschriebenen, durch das Aufheben des Gleichgewichtes der Kräfte in den motorischen Theilen entstehenden Zirkelbewegungen dar.




Berlin, gedruckt bei den Gebr. Unger.

# Berichtigungen und Nachträge.

Seite 132 Zeile 2 v. u. statt GEIGERT lies GUGERT.
— 233 — 9, 14, 28 st. PARRY l. BARRY.
— 234 — 14 st. PARRY l. BARRY.
— 386 — 18 v. u. ist zuzusetzen: RETZIUS in MUELL. *Archiv*. 1837. 486.
— 463 — 4 v. u. ist das Fragezeichen zu streichen.
— 547 — 14 v. u. ist zuzusetzen: Nach einer mündlichen Mittheilung von PURKINJE wird das Verdauungsprincip von Alcohol nicht zerstört und nicht aufgelöst. SCHWANN hat diess durch folgende Versuche bestätigt. Wurde die Magenschleimhaut eines Schweines wiederholt mit Alcohol behandelt und dann getrocknet, so liess sich nachher aus derselben noch sehr gutes Verdauungsprincip durch verdünnte Salzsäure ausziehen. Wurde mit Wasser und möglichst wenig Säure dargestellte Verdauungsflüssigkeit neutralisirt, bei 30° R. bis zur Consistenz eines sehr dünnen Syrups abgedampft (nicht bis zur Trockenheit, weil dabei die Salzlösung zu concentrirt und dadurch die Verdauungskraft sehr verringert wird), dann mit vielem Alcohol versetzt, hierauf filtrirt und der Rückstand mit Alcohol wiederholt ausgewaschen, so liess sich aus diesem Rückstand durch Ausziehn mit verdünnter Salzsäure das Verdauungsprincip reiner und mit hinlänglicher verdauender Kraft darstellen.
— 549 — 22 v. u. ist zuzusetzen: PURKINJE und PAPPENHEIM in MUELL. *Archiv*. 1838. 1.
— 576 Ueber die vergleichende Anatomie der bloss bei Säugethieren vorkommenden Thymus siehe HAUGSTED, *Thymi in homine ac per seriem animalium descriptio anatomica physiologica et pathologica. Hafn*. 1832. ausgezogen in HECKER's *Annalen* 25 54.
— 602 Zeile 15 v. u. ist zuzusetzen: REMAK *Observationes anatomicae et microscopicae de systematis nervosi structura. Berol*. 1838.
— 610 ist zuzusetzen: Ueber die Structur der Retina vergl. VALENTIN *Repert*. 1837. 2.
— 730 Ueber Reflexbewegungen in Beziehung auf die Structur des Rükkenmarks ist ferner zu vergleichen: CRAINGER *observations on the structure and functions of the spinal cord. London* 1837.
— 783 Ueber für und Wider in Hinsicht der Theorie von PANIZZA über den Glossopharyngeus sind zu vergleichen R. WAGNER, FRORIEP's *Notizen* 1837. *N*. 75., VALENTIN *Repertorium*. 1837, 2. 219,, ROMBERG, MUELL. *Archiv*. 1838. 3.
— 789 Zeile 24 v. u. lies: der Vidische Nerve der Schlangen zwischen dem zweiten Ast des Trigeminus und Facialis giebt einen Muskelast zum Rückzieher des Oberkiefers. Indess giebt die motorische Portion des Trigeminus nach vorn einen Zweig zum Vidischen Nerven, wovon jener Muskelast kommen mag.

---